

ESTUDIO SONOMÉTRICO SOBRE EL IMPACTO DE LA APERTURA
DE LA VENTANA OPERACIONAL EN EL AREA DE INFLUENCIA
DIRECTA DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO DE
BOGOTA

EFRAIN DAVID CASALLAS HEREDIA
EDWIN FABIANY PORRAS ESGUERRA

FUNDACION UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AERONAUTICA
BOGOTA

2017
ESTUDIO SONOMETRICO SOBRE EL IMPACTO DE LA APERTURA
DE LA VENTANA OPERACIONAL EN EL AREA DE INFLUENCIA
DIRECTA DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO DE
BOGOTA

EFRAIN DAVID CASALLAS HEREDIA
EDWIN FABIANY PORRAS ESGUERRA
Tesis para optar al título en
INGENIERO AERONAUTICO

Director
HERNANDO CARVAJAL
DAVID LEONARDO SILVA CORONADO
OSCAR RICARDO MARTINEZ HERNANDEZ

FUNDACION UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AERONAUTICA
BOGOTA
2017

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C 27 de Enero de 2017

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo primeramente a Dios que sin su sabiduría y cuidado no hubiéramos alcanzado esta meta, a nuestras familias por el apoyo incondicional que durante estos años sirvió como base para poder realizar y cumplir con cada uno de los requisitos establecidos por la universidad para lograr nuestro título

Agradecimientos Edwin

A mis padres y mis hermanos por la dedicación y paciencia con la que cada día se preocupaban por el avance de mi carrera y de esta tesis, Gracias por confiar en mí y en mis expectativas a lo largo de mis estudios.

Gracias a Dios y a mi vida por mostrarme que con dedicación la vida se muestra de una manera hermosa, por permitirme vivir y disfrutar de cada día.

Agradecimientos David

A mis papas por el ánimo brindado para continuar cuando los ánimos estaban decaídos y por su espera en casa sin cesar hasta mi hora de llegada.

A mi esposa María Fernanda quien me brindó su incondicional apoyo en muchas ocasiones y a mi hijo Matías que me acompañó sin hablar en los constantes trasnochos.

AGRADECIMIENTOS

A los profesores e Ingenieros Jairo Medina y Hernando Carvajal que durante estos años nos brindaron de su conocimiento y su paciencia y así mismo nos transmitieron sus enseñanzas de una manera profesional y clara, también por sus continuos consejos para llegar a ser un Ingeniero Aeronáutico ético y profesional, y a la Fundación Universitaria los Libertadores por darnos las herramientas necesarias para culminar con éxito los estudios.

RESUMEN

La razón de esta investigación, tiene su base analizar los niveles de presión sonora consecuencia de la apertura de la ventana operacional en el área de influencia directa (AID) del Aeropuerto Internacional El Dorado en Bogotá D.C. la problemática de contaminación auditiva el cual presenta para las localidades superiores a los permitidos por la legislación nacional se vuelve más compleja ante el otorgamiento de la licencia ambiental que la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), ya que implica diferentes factores como lo son fauna, flora, suelo, aire, personas. Para cumplir con estos objetivos del ruido aeronáutico se mencionó en las resoluciones 1034 y 1567 de la ANLA, relativas a la apertura de la ventana operacional igualmente mencionada. Se toman en cuenta las nociones de teoría aeronáutica del ruido como la teoría ambiental en relación con el ruido aeronáutico. Finalmente, se hace un análisis histórico sobre la problemática relacionada con el ruido aeronáutico. Con este estudio se busca Establecer una caracterización del ruido, su definición, los índices sonométricos, necesarios para evaluar el ruido ambiental, proveniente del desplazamiento de las aeronaves por las localidades objeto de estudio, así como la descripción y análisis de las respuestas que dieron los habitantes de las localidades de Fontibón y Engativá de la ciudad de Bogotá. En conclusión Precisar que existe una problemática ambiental que afecta de forma sensible a la población que se encuentra en el AID del Aeropuerto El Dorado en relación con el ruido aeronáutico

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. ANTECEDENTES	14
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	20
2.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES	22
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	22
OBJETIVOS	23
3.1. OBJETIVO GENERAL	23
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
4. JUSTIFICACIÓN	23
5. MARCO DE REFERENCIA	25
5.1. MARCO CONTEXTUAL	25
5.1.1. Área rural de Funza	30
5.1.2. Área urbana de Bogotá (Fontibón y Engativá)	31
5.2. MARCO LEGAL DE COLOMBIA DE LA EMISIÓN DE RUIDO Y RUIDO AMBIENTAL	33
5.3. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	39
5.3.1. Teoría aeronáutica del ruido	39
5.3.2. Teoría ambiental	42
5.4. MARCO CONCEPTUAL	45
5.4.1 Ruido	42
5.4.2 Presion Sonora	42
5.4.3 Nivel de Ruido Continuo Equivalente	43
5.4.4 Nivel de Exposicion Sonora (SEL:Sound Exposure Level)	43
5.4.4.1 Presion de Ruido	44
5.4.4.2 Efectos de la Exposicion Prolongada al Ruido	45
5.4.4.3 Disminucion Capacidad Auditiva	46
5.4.4.4 Efectos del Ruido en las Aulas Escolares	46
5.5. MARCO HISTÓRICO	50
6. TIPO DE INVESTIGACIÓN	54
6.1. TIPO Y ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	54
6.2. DISEÑO METODOLÓGICO	55
6.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	55

6.4.	INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	56
7.	TRABAJO DE CAMPO	60
7.1.	COLECTA DE DATOS	60
7.2.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	62
7.3.	DIAGNÓSTICO	81
8.	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	833
9.	CONCLUSIONES	1
	BIBLIOGRAFÍA	3
	ANEXOS	7

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles DB(A)	35
Tabla 2. Ubicación geográfica de las estaciones para los monitoreos de ruido.	58
Tabla 3. Variables y preguntas para la encuesta aleatoria en las localidades de Fontibón y Engativá	80
Tabla 4. Estadísticas de vuelos Aeropuerto El Dorado del 18 al 29 de enero 2016	63
Tabla 5. Estadística de mediciones con el sonómetro 18 al 29 de enero 2016.	64

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Consolidado de registros sonoros de las estaciones de monitoreo residencial diurno a abril de 2014.	17
Figura 2. Consolidado de registros sonoros de las estaciones de monitoreo residencial nocturno a abril de 2014	17
Figura 3. Consolidado de registros sonoros de las estaciones de monitoreo rural diurno a septiembre de 2014	18
Figura 4. Consolidado de registros sonoros de las estaciones de monitoreo rural nocturno a septiembre de 2014.	19
Figura 5. Ubicación del Aeropuerto El Dorado y su zona de influencia directa.	28
Figura 6. Procedimientos de atenuación de ruido del Aeropuerto El Dorado en pista 13L/R	35
Figura 7. Configuración enfrentada Aeropuerto El Dorado pista norte.	39
Figura 8. Modelo de Gestión Ambiental TQEM	44
Figura 9. Ubicación geográfica de los puntos de medición de ruido ambiental.	59
Figura 10. Estadístico Leq dBA para los puntos de medición sonométrico.	65
Figura 11. Sexo en habitantes de las localidades de Fontibón y Engativá	67
Figura 12. Nivel de escolaridad en habitantes de las localidades de Fontibón y Engativá	68
Figura 13. Antigüedad de residencia en las localidades de Fontibón y Engativá	69
Figura 14. En el último año se ha evidenciado un aumento del ruido producto del movimiento de las aeronaves en relación con el aeropuerto El Dorado.	70
Figura 15. Considero que el Aeropuerto El Dorado debe ser trasladado a una zona más alejada de Bogotá.	71
Figura 16. Los ruidos provenientes de las aeronaves son la principal causa de la contaminación acústica en la localidad	72
Figura 17. La Aerocivil ha desarrollado campañas en los últimos meses informando sobre los cambios en el tráfico aéreo en las localidades de Fontibón y Engativá.	73
Figura 18. He escuchado de citaciones de alguna autoridad aeronáutica para tratar el tema del ruido en las localidades de Fontibón y Engativá.	74
Figura 19. El manejo dado al control del ruido de las aeronaves por parte de la Aerocivil y demás autoridades ha sido el mejor	75
Figura 20. Las empresas de aviación han hecho los ajustes necesarios en las aeronaves para disminuir el impacto ocasionado por el ruido.	76

Figura 21. Conozco las últimas medidas tomadas por las autoridades encargadas del control del ruido en el aeropuerto El Dorado.	77
Figura 22. La ampliación de las operaciones en el Aeropuerto El Dorado respeta los derechos de los habitantes de las localidades de Fontibón y Engativá.	78
Figura 23. Las autoridades aeronáuticas hacen conocer las normas relativas al control del ruido a las comunidades ubicadas en las localidades de Engativá y Fontibón.	79
Figura 24. Área de posible afectación nocturna por la apertura de la ventana operacional en el aeropuerto El Dorado.	2

INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación que se presenta a continuación tiene como fin analizar los niveles de presión sonora consecuencia de la apertura de la ventana operacional en el área de influencia directa (AID) del Aeropuerto Internacional El Dorado en Bogotá D.C.; aspecto este que implican varios aspectos como una caracterización de las zonas relacionadas con esta AID como son las localidades de Engativá y Fontibón en Bogotá y el municipio de Funza – Cundinamarca; identificar los principales cambios ocurridos con la apertura de la ventana operacional; y, finalmente, hacer el respectivo estudio sonométrico en las localidades ya mencionadas.

La razón de esta investigación tiene su base en la problemática de contaminación auditiva que provoca el movimiento de pasajeros y carga del Aeropuerto El Dorado, el cual presenta para las localidades que hacen parte de su AID valores superiores a los permitidos por la legislación nacional, particularmente de 65 dBA para el día y de 55 dBA para la noche. Esta situación se vuelve más compleja ante el otorgamiento de la licencia ambiental que la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) le otorgó a la Aerocivil en la apertura de la ventana operacional de una de las pistas (norte) de este aeropuerto en el horario comprendido entre las 12:pm y las 6:00 am, lo que exige establecer si es dable otorgarla cuando se evidencia un incumplimiento en los niveles de ruido ambiental presentes en estas zonas residenciales principalmente; de ahí que la pregunta que guía la investigación es ¿La apertura de la ventana operacional del Aeropuerto El Dorado de Bogotá está cumpliendo con los niveles de ruido establecidos por la legislación nacional?

Para cumplir con estos objetivos y la pregunta de investigación, en el primer capítulo se aborda la problemática del ruido aeronáutico en que se encuentra inscrito el Aeropuerto El Dorado, sobre todo en relación con las zonas aledañas al mismo, las cuales fueron identificadas por la Aerocivil como las localidades de Fontibón y Engativá en Bogotá y el municipio de Funza – Cundinamarca, el cual se inscribe en dos aspectos básicos, en la persistencia de ruido ambiental superior a lo establecido por la norma legal, tal como se mencionó anteriormente, y en las resoluciones 1034 y 1567 de la ANLA, relativas a la apertura de la ventana operacional igualmente mencionada.

Dando continuidad, en el capítulo quinto se aborda el marco de referencia del presente estudio, el cual toma como elementos básicos el marco contextual correspondiente al área rural de Funza – Cundinamarca y el área urbana correspondiente a las localidades de Fontibón y Engativá. De igual forma se avanza en el marco legal

colombiano relativo a la emisión de ruido y ruido ambiental; así como al abordaje del marco teórico – conceptual, en el que se toman en cuenta las nociones de teoría aeronáutica del ruido como la teoría ambiental en relación con el ruido aeronáutico. Finalmente, se hace un análisis histórico sobre la problemática relacionada con el ruido aeronáutico.

En el capítulo sexto se emprende el tipo de investigación, planteando que el enfoque asumido es de tipo cuantitativo ya que se basó en una matriz de datos numéricos que permitió hacer los análisis estadísticos de la información aportada por los instrumentos de investigación. Asimismo, en cuanto al tipo de investigación, se plantea que esta es descriptiva, pues permitió establecer una caracterización del ruido, su definición, los índices sonométricos necesarios para evaluar el ruido ambiental proveniente del desplazamiento de las aeronaves por las localidades objeto de estudio, así como la descripción y análisis de las respuestas que dieron los habitantes de las localidades de Fontibón y Engativá.

Ya en el capítulo séptimo se hace el respectivo análisis de resultados, el cual toma como base de estudio la variable independiente impacto en el nivel de ruido aeronáutico en el área de influencia directa, específicamente en las localidades de Fontibón y Engativá de la ciudad de Bogotá; como variables dependientes se definieron apertura de la ventana operacional del Aeropuerto El Dorado y responsabilidad de los diversos actores y conocimiento y tratamiento legal y técnico del ruido de aeronaves, recordando que la variable independiente tendrá un punto de aplicación específico como es el estudio sonométrico respecto a la apertura de la ventana operacional del área de influencia directa de este aeropuerto.

Finalmente, las conclusiones se encuentran orientadas en precisar que existe una problemática ambiental que afecta de forma sensible a la población que se encuentra en el AID del Aeropuerto El Dorado, específicamente en relación con el ruido aeronáutico, el cual presente altos niveles de presión sonora que superan la normativa legal, a lo que se suma el hecho de que la eventual apertura de vuelos en la jornada nocturna incidirá de forma notable por el incremento exponencial de los mismos.

1. ANTECEDENTES

A primera vista, las investigaciones respecto al impacto del ruido aeronáutico, sobre todo en lo que corresponde a los estudios sonométricos, han estado en cabeza de la Aeronáutica Civil de Colombia, siendo uno de estos el estudio sobre el impacto ambiental realizado en el año 2014 y cuyo objetivo estaba encaminado en la posibilidad de modificar la licencia ambiental del Aeropuerto El Dorado de Bogotá, principalmente en cuanto a la apertura de la ventana operacional en las horas de la madrugada de una de sus pistas¹.

En este trabajo se realizó una caracterización del área de influencia directa de dicho aeropuerto, específicamente en el municipio de Funza y en las localidades de Engativá y Fontibón de Bogotá. En relación con el componente ruido, se hizo un estudio sonométrico a partir de unas estaciones fijas (5) y otras movibles, a fin de identificar cuáles eran las zonas de mayor incidencia e impacto sonoro aeronáutico, es decir de los niveles de presión sonora registrados en el año 2014.

El ruido ambiental es uno de los contaminantes que genera importantes impactos ambientales y económicos sobre quienes viven en el Área de Influencia Directa de un aeropuerto. En este caso, el Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá es un complejo que se encuentra en constante cambio y evolución de sus operaciones que por su ubicación geográfica y las características actuales del entorno, se hace necesario implementar acciones dirigidas al control y mitigación de la contaminación por ruido ambiental con el fin de disminuir el grado de afectación y molestia que se produce en los residentes de las localidades vecinas².

Dentro de las principales conclusiones del estudio sonométrico, se identifica que el 84% de las mediciones mostraban la presencia de contaminación sonora, reflejada en esta por encima de los 65 dB en el día y en un 100% en la noche, de ahí que se establezca un incumplimiento por parte de los responsables en el control del ruido del aeropuerto El Dorado. No obstante, el estudio también identificó otras fuentes sonoras que están afectando a la población del área de influencia directa, específicamente se identificaron las industrias, los talleres de diversa índole y establecimientos comerciales originadores de ruido.

En esta dirección también se encuentra el estudio sonométrico del Aeropuerto Internacional Ernesto Cortissoz de la ciudad de Barranquilla,

¹ AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA. AEROCIVIL. Estudio de impacto ambiental para la modificación de la licencia ambiental del aeropuerto internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá. Bogotá: autor. 2014

² *Ibíd.*, p. 132.

realizado en el año 2011 por el ACSA³, en el marco de consolidación del Plan de Manejo Ambiental⁴.

Otro de los trabajos relativos a la gestión del ruido en aeropuertos fue el realizado por Rivera sobre las alternativas de gestión para controlar los niveles de ruido generados en relación con las actividades aeronáuticas del aeropuerto Internacional El Dorado⁵. Este trabajo se hizo desde una perspectiva ambiental, luego su importancia está dada en la necesidad no solo de disminuir los altos niveles de contaminación sonora, sino el de presentar opciones en el tratamiento de esta problemática. Dentro de las principales conclusiones se destaca que si bien existe un interés por parte de actores responsables del ruido aeronáutico, se requieren acciones que identifiquen con claridad la responsabilidad de cada uno de los actores que intervienen en las operaciones del aeropuerto en mención, permitiendo así un mayor compromiso en función principalmente de los habitantes que hacen parte del área de influencia directa.

El control del impacto sonoro generado por las operaciones aéreas del aeropuerto requiere de la participación y compromiso de cada uno de los actores identificados e involucrados; es por esto, que se hace necesario fomentar la firma de convenios interinstitucionales que permitan fortalecer las responsabilidades de las entidades públicas y privadas relacionadas con el funcionamiento del aeropuerto, en busca de aumentar el grado de compromiso por parte de los mismos para que la gestión realizada en pro del mejoramiento de las condiciones ambientales y de control de los impactos generados por la realización de las diferentes operaciones aéreas, se enmarque dentro de los principios de mejora continua.

Estas investigaciones ponen en evidencia que el tratamiento del ruido aeronáutico es muy complejo en los aeropuertos que se encuentran en la periferia de las ciudades, ya que se presentan elementos técnicos, propios del tipo de avión y del nivel de ruido que genera, como socio ambientales; presión de las comunidades ante los excesos en los niveles de ruido, así como las exigencias de cierre y traslado de las operaciones en zonas más apartadas de las ciudades.

³ AEROPUERTOS DEL CARIBE S. A.

⁴ AEROPUERTOS DEL CARIBE S. A. Estudio sonométrico – año 2011. Barranquilla: autor.

⁵ RIVERA GARZÓN, Sandra. Propuesta de alternativas de gestión para controlar los niveles de ruido generados por el funcionamiento del aeropuerto internacional El Dorado. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El alto impacto que ocasiona en la población la presencia cercana de aeropuertos obedece a un deficiente manejo en los sistemas de gestión ambiental aeronáutica, siendo uno de los de mayor impacto la contaminación sonora, ocasionada por los aviones durante los despegues, aterrizajes y pruebas expuestas de motores, los cuales terminan siendo asociados a problemas de la salud en las poblaciones aledañas; como enfermedades cardiovasculares, audición, depresión, irritabilidad, tinitus crónico y alteración del sueño.

Por los altos decibeles en el desarrollo de las actividades del aeropuerto se denota migración de especies, baja la productividad de la fauna por el estrés e impacto en los Ecosistemas en el área de influencia inmediata y en áreas de reserva como los humedales donde los decibeles no se cumplen (mayores a 50 db)

De esta situación no es ajena la ciudad de Bogotá, en donde amplios sectores de Bogotá, sobre todo los cercanos al Aeropuerto El Dorado, han manifestado su rechazo por este tipo de contaminación ambiental, sobre todo por la propuesta de la Aeronáutica Civil de Colombia, en adelante Aerocivil, de operar la segunda pista de El Dorado.

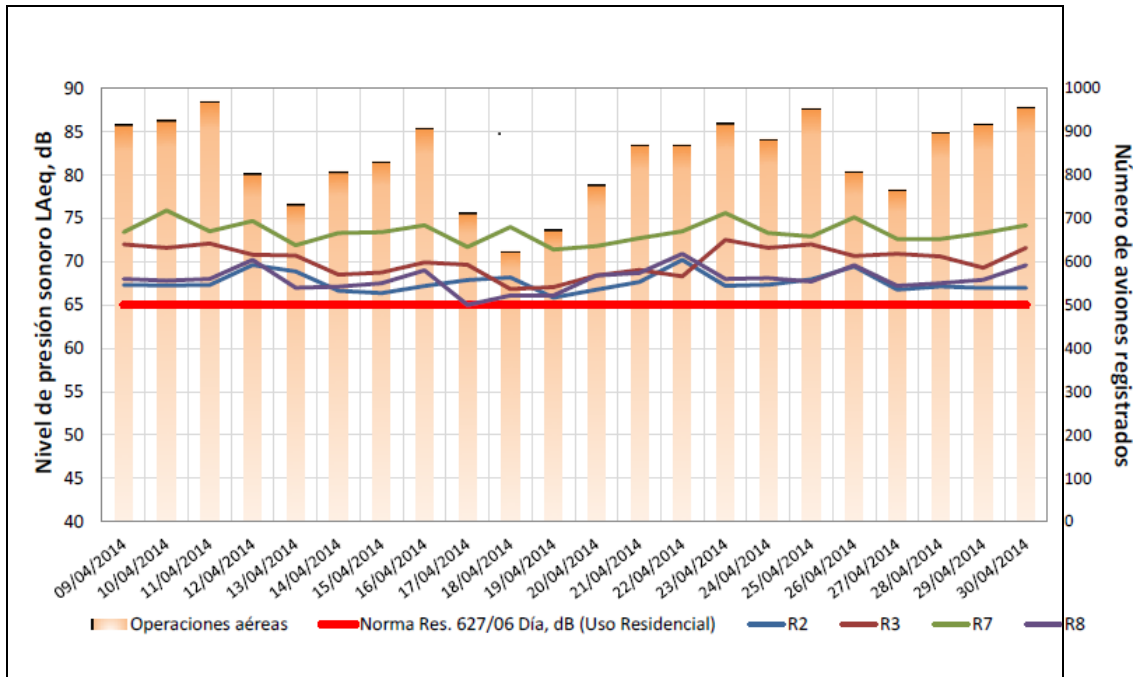
Mientras la Aeronáutica busca mejorar el tráfico aéreo en la capital, los vecinos son conscientes de que esta pista es necesaria para el desarrollo del país, pero tienen argumentos para oponerse. Uno, que desde 1998 (cuando empezó a operar la pista) han tenido que soportar de 6:00 a.m. a 10:00 p.m. el ruido, que supera los 65 decibeles reglamentados. Con el nuevo proyecto perderían las pocas horas de descanso, lo cual afectaría su salud. Otro, que hay casas en las que no se han hecho los trabajos de insonorización. Aunque saben que cerrar la pista es una lucha perdida, por lo menos quieren mejorar su calidad de vida⁶.

Esto es confirmado por la misma Aerocivil que mediante un monitoreo realizado en abril de 2014⁷ en zona residencial, se puso en evidencia el incumplimiento frente al ruido, el cual supera los 65 dB (diurno) y 50dB (nocturno) exigido por la norma ambiental, tal como se muestra en las figura 1 y 2.

⁶ COLOMBIA. DIARIO EL ESPECTADOR. La pesadilla de habitantes de Fontibón por el ruido de aviones. [En línea]. Bogotá: autor. Disponible en <http://www.elespectador.com/noticias/bogota/pesadilla-de-habitantes-de-fontibon-el-ruido-de-aviones-articulo-555306>.

⁷ AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA. AEROCIVIL. Estudio de impacto ambiental para la modificación de la licencia ambiental del aeropuerto internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá. Bogotá: autor. 2014.

Figura 1. Consolidado de registros sonoros de las estaciones de monitoreo residencial diurno a abril de 2014.

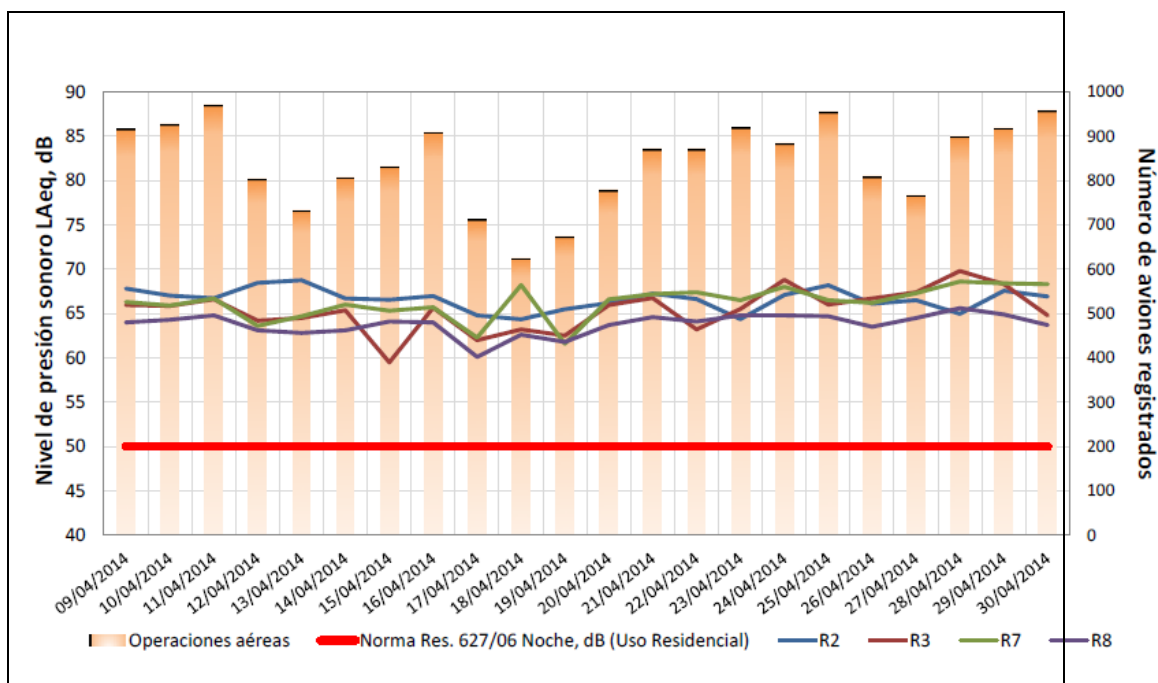


Fuente: AEROCIVIL. Óp. Cit., p. 191.

Los niveles de contaminación sonora que se muestran en la figura 1 ponen en evidencia que las zonas más afectadas corresponden a la estación R7, ubicada en la localidad de Fontibón, la cual supera en algunos casos los 10 dB de ruido permitido, en tanto que la estación R2, localizada en Engativá, registra el menor impacto sonoro, pero sigue siendo superior a los decibeles permitidos.

En igual sentido, pero con un mayor impacto se presenta la contaminación sonora en las horas de la noche, en el que los niveles de ruido alcanzan a llegar a 20dB por encima de lo permitido, siendo las estaciones R7 y R2 las de mayor registro sonoro, tal como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Consolidado de registros sonoros de las estaciones de monitoreo residencial nocturno a abril de 2014

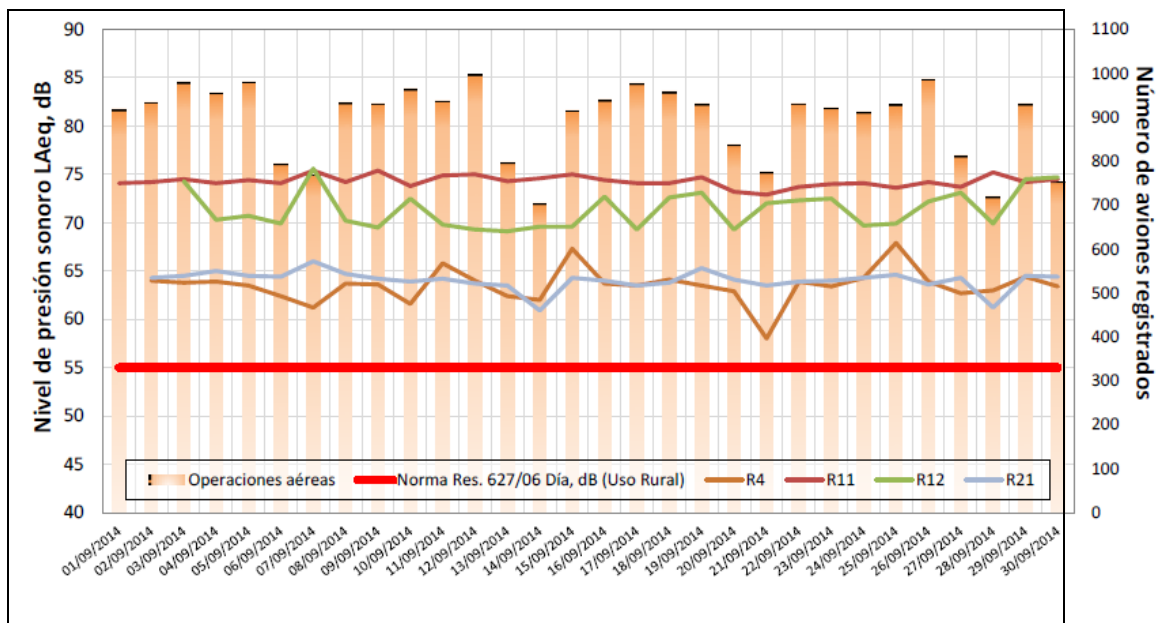


Fuente: AEROCIVIL. Óp. Cit., p. 192.

Similar situación ocurrió en las zonas rurales en las cuales se superaron los 55 y 45 dB permitidos, llegando inclusive a superar en algunos momentos los 75 dB, es decir un incremento de más de 30dB (Ver figuras 3 y 4). Frente a las razones esgrimidas por la Aerocivil, se dice que dicha variabilidad en el nivel de ruido obedece o puede ser atribuida “no solo a la naturaleza de las fuentes sonoras impulsivas o tonales como las generadas por aeronaves y vehículos, sino también a los cambios que a diario se producen en los procedimientos de vuelo, modificaciones en las operaciones aéreas e incluso a los cambios en las condiciones meteorológicas”⁸.

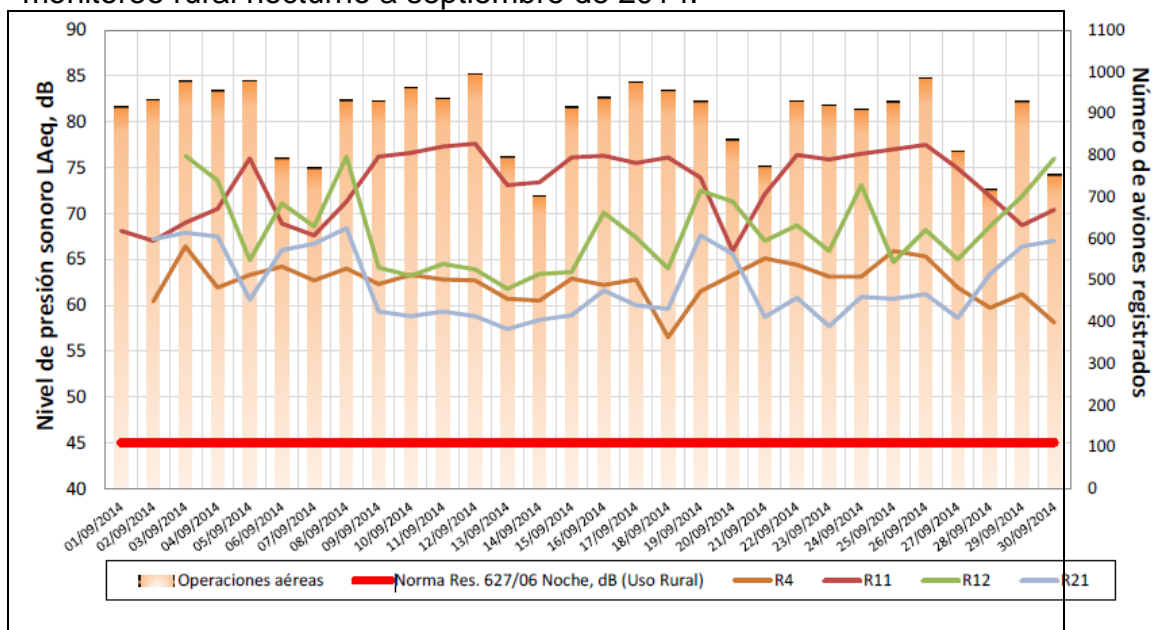
Figura 3. Consolidado de registros sonoros de las estaciones de monitoreo rural diurno a septiembre de 2014

⁸ Ibíd., p. 205.



Fuente: AEROCIVIL. Óp. Cit., p. 204.

Figura 4. Consolidado de registros sonoros de las estaciones de monitoreo rural nocturno a septiembre de 2014.



Fuente: AEROCIVIL. Óp. Cit., p. 191.

Parte de esta responsabilidad recae en cada una de las empresas de aviación como en la misma Aerocivil. Las primeras por no emprender acciones que contribuyan en la reducción sistemática de los niveles de ruido, el cual supera como ya se mostró, un altísimo grado el número de decibeles autorizados. En los segundos, se plantea la incapacidad que

ha mostrado para sancionar a las empresas aeronáuticas que incumplan con la norma establecida.

Esta problemática genera reacciones muy fuertes por parte de la población, la cual termina organizándose alrededor de sus líderes para movilizarse en contra del ruido, bien sea por el hecho de que se estén presentando o, también, por los posibles impactos futuros con el incremento de la actividad aeroportuaria.

Además del efecto sobre la población, el ruido afecta igualmente zonas de protección ambiental como cuerpos de agua o humedales, en donde el nivel de ruido de los aviones eleva los exigidos por la normatividad nacional. “La Secretaría de Ambiente SDA midió el nivel de ruido en 12 puntos del humedal. Los resultados son alarmantes, ya que tan sólo dos cumplieron con los 55 decibeles exigidos por la normatividad para una reserva ambiental”⁹.

No obstante estas circunstancias, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) a través de la Resolución 1034 de 2015¹⁰ modificó la licencia ambiental que le fue otorgada a la Aerocivil mediante Resolución 1330 de 1995, respecto al aeropuerto El Dorado, específicamente en cuanto a la restricción horaria en horas de la noche (10 pm a 6 am) para la operación de aeronaves como en el uso del recinto dedicado a la Prueba de Motores; significando con ello una apertura de la ventana operacional para hacer más eficiente los servicios aeronáuticos ofertados en el Aeropuerto en mención.

El fundamento para tal decisión está en señalar la inexistencia de estudios que evidencien las afectaciones a la salud, de ahí que sin embargo solicita la conformación de una “mesa técnica de salud, con las Autoridades competentes a nivel nacional y local, junto con los representantes de la comunidad, a fin de dar respuesta a todas las inquietudes, así como evaluar la necesidad de implementar medidas adicionales a las ya establecidas en el plan de manejo ambiental aprobado por esta Autoridad”¹¹.

⁹ COLOMBIA. BOGOTÁ D. C. SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE SDA. Humedal Jaboque: asediado por el ruido de los aviones, vehículos e industrias. [online]. Bogotá D. C.: autor. (27, septiembre, 2010).

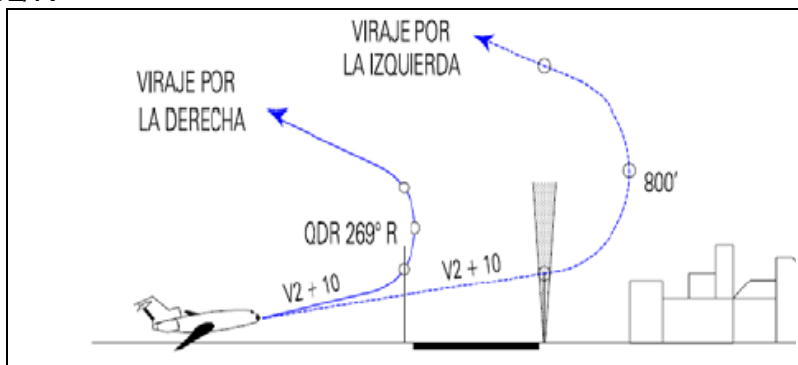
<http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/php/noticias08.php?id=1421>

¹⁰ AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES (ANLA). Resolución 1034 (24, agosto, 2015). Por la cual se modifica la licencia ambiental otorgada mediante la Resolución 1330 del 7 de noviembre de 1995 y se toman otras determinaciones.

¹¹ *Ibíd.*, p. 67.

Frente a la modificación de la licencia ambiental establecida en esta resolución, se emitió ulteriormente la Resolución 1567 de 2015¹² en la que se resolvieron los recursos de reposición interpuestos frente a la Resolución 1034 del mismo año, manteniendo los cambios frente a las restricciones horarias, pero dejando como tarea un plazo de 14 meses para que la Aerocivil verifique si se está cumpliendo con las exigencias ambientales, sobre todo en materia del componente ruido.

En esa línea, los procedimientos de atenuación del ruido, específicamente para los despegues, se habla del relacionado con la reducción de la potencia a una altitud mínima que ha sido predefinida, acompañado de retardar el repliegue de los flaps/aletas de ranura hasta que se llegue a la altitud máxima prescrita (ver figura Figura 5. Procedimientos de atenuación de ruido del Aeropuerto El Dorado en pista 13L/R



Fuente: AEROCIVIL. Op. cit., p. 42.

La velocidad de ascenso hasta el punto de iniciación de la atenuación del ruido no será inferior a V_2 más 20 KM/H (10 KT).

Viraje por la izquierda: Al llegar a una altitud de 800 FT AGL o el marcador R iniciar el viraje, ajustar y mantener la potencia / empuje de los motores a potencia de ascenso. Mantener una velocidad de ascenso de V_2 más 10 KT con flaps y aletas de ranura en configuración de despegue.

Viraje por la derecha: Mantener rumbo de pista hasta QDR 269° R e iniciar el viraje, al llegar a una altitud de 800 FT AGL ajustar y mantener la potencia / empuje de los motores de conformidad con el programa de potencia / empuje para atenuación del ruido previsto en el manual de operaciones de la aeronave. Mantener una velocidad de ascenso de V_2 más 10 KT con flaps y aletas de ranura en configuración de despegue¹³.

De otro lado, de acuerdo con ANLA, el Aeropuerto El Dorado cuenta también con un manual de abatimiento del ruido para el manejo de

¹² AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES (ANLA). Resolución 1567 (7, diciembre, 2015). Por la cual se resuelven los recursos de reposición interpuestos contra la Resolución 1034 del 24 de agosto de 2015 y se toman otras determinaciones.

¹³ Ibid., p. 42.

operaciones en tierra: “jarillones de tierras y una pantalla acústica (pista sur) que sirven de barrera entre las actividades aeroportuarias y las comunidades colindantes con el aeropuerto, y el recinto de prueba de motores único en América del Sur”¹⁴.

En la misma Resolución, la ANLA estableció igualmente que la ampliación de la ventana operacional del Aeropuerto El Dorado implicaría, en condiciones de operación normal, un impacto específico en las localidades de Fontibón y Engativá de Bogotá y en el municipio de Funza

2.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

Asimismo, se definió como variable independiente impacto del nivel de ruido aeronáutico en el área de influencia directa del Aeropuerto El Dorado; y como variables dependientes el daño estructural ocasionado en las viviendas y empresas ubicadas en la zona directa de influencia de ruido generado por aeronaves y la Afectación directa en la salud de los habitantes que residen en la zona de influencia de ruido producido por las aeronaves.

Variables	Definición de variables	Propuesta de intervención
Variable independiente	Impacto del nivel de ruido aeronáutico en el área de influencia directa del Aeropuerto El Dorado	Alternativas que se pueden implementar para minimizar el impacto en el área de influencia directa del Aeropuerto El Dorado, como consecuencia de la apertura de la ventana operacional decretada por las autoridades responsables del control ambiental aeronáutico
Variables dependientes	Daño estructural ocasionado en las viviendas y empresas ubicadas en la zona directa de influencia de ruido generado por aeronaves Afectación directa en la salud de los habitantes que residen en la zona de influencia de ruido producido por las aeronaves	

2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Frente a la identificación de estas variables y la propia problemática, la pregunta de investigación que surge es ¿Cuáles es la mejor alternativa que se pueden implementar para minimizar el impacto en el nivel de ruido aeronáutico en el área de influencia directa del Aeropuerto El Dorado, que afecta la infraestructura y la salud de los habitantes de la zona?

¹⁴ ANLA. Resolución

OBJETIVOS

2.3 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un estudio que indique un plan de manejo óptimo ambiental en la zona de influencia del aeropuerto que permita minimizar los impactos en la salud de las personas y en las infraestructuras mediante una investigación operativa.

2.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar las zonas de ruido relacionadas con el área de influencia directa del Aeropuerto El Dorado en Bogotá.

Analizar un estudio sonométrico en el área de influencia del Aeropuerto el Dorado que permita cumplir con la norma ambiental de ruido en las localidades cercanas al aeropuerto que hacen parte del área de influencia directa.

Evaluar los impactos en la salud de las personas e infraestructura en el área de influencia directa del aeropuerto El Dorado generados con la apertura de la ventana operacional.

Desarrollar una propuesta de un plan de acción ambiental basada en las disposiciones de las autoridades ambientales que permita mitigar los niveles de ruido en el área de influencia inmediata del Aeropuerto El Dorado

4 JUSTIFICACIÓN

La ingeniería aeronáutica, a través de sus diversas especializaciones, debe estar en capacidad de dar respuesta a los continuos retos que implica la actividad aeroportuaria en el mundo, siendo uno de ellos el ruido aeronáutico, que al relacionarse con las comunidades aledañas a los aeropuertos, genera un impacto ambiental que es preciso no sólo identificar, sino plantear alternativas que permitan superar las barreras que se pueden presentar con la contaminación sonora.

En ese sentido, el aporte del presente proyecto a la Ingeniería Aeronáutica, específicamente al ruido o contaminación sonora, es el de diseñar opciones orientadas a la insonorización en zonas de influencia directa de los aeropuertos como un mecanismo de atenuación del

impacto ambiental ocasionado por el ruido de las aeronaves, beneficiando con ello a la población ubicada en las localidades de Fontibón y Engativá de la ciudad de Bogotá.

Igualmente, a nivel académico, la atención del ruido generado por aeronaves ha planteado diversas opciones o respuestas de atención, que van desde los puntos de origen (ruido de los motores y actividad aeroportuaria) hasta en el tratamiento de los efectos socio ambientales, tal como ocurre en el presente estudio, que busca ser una contribución más en la actual discusión sobre el impacto que tiene en la población este tipo de actividades, que sin duda son necesarias para la sociedad actual, basada en un mundo global en todas sus actividades (económicas, sociales, culturales y políticas).

Ahora, para hacer el estudio sonométrico, es necesario tener en cuenta factores fundamentales como la distancia a las áreas urbanas de la población, analizar estadísticamente los datos aportados por los sonómetros y, sin duda, la opinión de la población afectada, la cual se ve reflejada en el instrumento de investigación aplicado.

Al encontrar la respuesta al problema de investigación permitirá mejorar la calidad de vida no solamente de las personas que viven en áreas circundantes al aeropuerto sino también del hábitat natural de la flora y fauna que vive en las zonas aledañas, adicionalmente se controlara la reglamentación establecida para cumplir con la las exigencias dadas por el ente auditor, evitando así multas por incumplimiento de la normatividad ambiental respecto al ruido.

Así mismo se hará una propuesta de intervención a dicha realidad que permitiría dar respuesta al problema planteado que en detrimento de los costos operacionales generara satisfacción a las partes interesadas afectadas por la contaminación sonora.

El aporte del presente proyecto a la Ingeniería Aeronáutica enfocado en la contaminación acústica es el del plan de manejo ambiental el cual buscara mejorar la calidad de vida de las especies que habitan en el área de influencia directa de ruido generado por los motores de las aeronaves que operan en el Aeropuerto El Dorado.

Adicionalmente permitirá identificar y corregir las diferentes condiciones que permiten el paso de las ondas sonoras generadas por los motores, minimizando las multas generadas por el incumplimiento y violación de las normas creadas.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1 MARCO CONTEXTUAL

El Aeropuerto Internacional El Dorado de Bogotá se ha afianzado en las últimas 5 décadas como uno de los cimientos en el desarrollo del país, siendo así uno de los mejores proyectos de terminales aéreas ubicados en América Latina¹⁵. Esto exige que El Dorado, como pasa con los más importantes aeropuertos del mundo, trabaje para lograr una operación que respete el medio ambiente conforme a las necesidades, tanto al interior del aeropuerto como en los sectores sociales y económicos adyacentes al mismo, es decir su área de Influencia Directa (AID).

Su razón de ser la define su misión y visión

Misión

“Ser el lugar extraordinario de conexión de tus sentimientos planes y proyectos con tu mundo”.

Visión

Ser reconocidos como el mejor aeropuerto de Latinoamérica por superar las expectativas de servicio de nuestros clientes y aliados

De acuerdo a la reseña histórica del aeropuerto el Dorado, cuando se inició la operación con el General Rojas Pinilla, el Aeropuerto era un punto aislado, y era muy cerca ir hacia el Aeropuerto, por ejemplo desde la Avenida Boyacá. Sin embargo con el tiempo comenzó a llenarse de gente, inclusive muchos de los predios donde está la gente de Fontibón eran de la Aeronáutica Civil, sino que la gente los habitó. Con la construcción de la Segunda pista en el año 1998, dentro de la legislación Colombiana ambiental que arrancó con la Ley 9993, se inicia el sistema nacional ambiental, del Ministerio del Medio Ambiente y las corporaciones autónomas Regionales, donde dice que toda industria que genere un Impacto ambiental tiene que ser licenciada y tener una licencia ambiental, lo que aplicaría para la segunda pista que fue construida en el año 98 y que necesitaría una licencia ambiental; por lo tanto tuvo que tramitarse dicha licencia y en ella se contemplan las obligaciones en materia de ruido, como por ejemplo: construcción del jarillón, los cuales tenemos nosotros, que es como una montaña con árboles alrededor de la pista y es una barrera viva, es decir, que el ruido a diferencia de la luz, y comportándose como una onda, choca contra ese jarillon y hace que el ruido se difumine y se vaya hacia arriba, lo que hacen esas barreras es absorber ruido. Hay tres formas de disminuir el ruido, una que es por medio del emisor, otra por el medio, y otra es por medio del receptor. El emisor es el avión, el medio pueden ser los jarillones, y el receptor es la gente. La Licencia ambiental contempla que debemos hacer un monitoreo de ruido constante, el monitoreo de ruido consiste en la ubicación de unos sonómetros, que son los que

¹⁵ DUQUE LAMIR, Andrés y SARMIENTO SIERRA, Nicolás. Elaboración de un programa de gestión de seguridad operacional para la aviación civil colombiana. Bogotá: Universidad de San Buenaventura. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Aeronáutica. Disponible en <http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/43273.pdf>.

miden el ruido, y hay tres tipos de sonómetros: el tipo I, tipo II y tipo III. El tipo III siendo el más impreciso y el tipo I siendo el más preciso. Nosotros acá usamos sonómetros la mayoría tipo I, entonces nosotros ubicamos unos puntos de monitoreo que se llaman R, que son puntos fijos, y son puntos donde los aviones más operaciones tienen y que están cerca a la comunidad. Y también tenemos sonómetros 28 móviles que se mueven constantemente, tenemos alrededor de 26 sonómetros por toda el área de influencia del aeropuerto. Nosotros contratamos una firma por licitación y ellos tienen que monitorear el ruido. Hay muchos parámetros para medir el ruido y la unidad de presión sonora es el decibel (dB), y esa medida lo que hace es homologar la sensación de ruido que uno tiene. La legislación colombiana tiene unos valores para medir los estándares de ruido, el Ministerio de Salud sacó unos valores mínimos. El cuerpo humano a más de 80 dB de exposición empieza a quedarse sordo, por lo que el ruido es una sensación molesta y que altera los nervios. Después tenemos el Decreto 627 de 2006, donde establece la forma de monitorear y los parámetros mínimos de exposición de ruido ambiental; sin embargo la legislación Colombiana no contempla el ruido aeronáutico, por lo que a nosotros nos queda muy difícil comparar una cosa con la otra. La legislación colombiana dice que el horario diurno es desde las 7 de la mañana hasta las 9 de la noche y el horario nocturno comienza desde las 9 de la noche hasta las 7 de la mañana; entonces apenas empieza la noche es más restrictivo, ya que la gente en teoría tiene que descansar. Nosotros lo que hacemos con esas mediciones, que no sólo son porque nos obliguen a medir, sino que elaboramos unas curvas de ruido con el programa INM (Integrated Noise Model) de la FAA, y ese software lo que hace es tabular el ruido, dependiendo de las variables que se inserten, pueden ser variables de tipo atmosférico, climático, y tipo de aeronaves, por ejemplo. Ese programa es especializado en ruido aeronáutico y genera esas curvas de ruido que tienen matices de colores y se ven reflejados en los planos que muestran las zonas en las que se genera y la cantidad de ruido. De acuerdo con la Legislación que se adoptó por el Medio Ambiente, dice que en el aeropuerto no se puede hacer más de 65 dB de ruido, y de acuerdo con la curva que se muestra en los planos, se ve que la población que está dentro de esa curva es la afectada, y entonces que hay que hacer: insonorizarlos, y eso se hace con vidrios gruesos, para que el ruido no entre, se coloca un vidrio grueso por el frente y por detrás de tal forma que en el centro quede una capa de aire. La Aeronáutica Civil ha insonorizado alrededor de 13.800 casas desde 1998, de las que están dentro de esa curva de los 65 dB. Esto lo hacemos todos los años. En la parte ambiental se dice que un impacto ambiental se puede: mitigar, prevenir, controlar o compensar. La parte de compensar es cuando se busca alguna remuneración y todo ese trabajo de la comunidad va de la mano con la parte social, nosotros tenemos que hacer un trabajo con ellos. 29 Entonces nosotros tenemos las siguientes medidas para mitigar ruido: En la fuente o en el emisor, tenemos los procedimientos de vuelo, rutas, gradientes de despegue de las aeronaves, etc que lo tenemos consignado en un documento que se llama Manual de Abatimiento de Ruido, y el manual contempla esos procedimientos aeronáuticos y aeroportuarios para disminución de ruido. Aeroportuario por ejemplo, tenemos que el avión no puede iniciar motores en plataforma, tiene que ser carreteado hasta la

pista, porque el ruido no es solo para las comunidades que están cerca al aeropuerto sino para la gente que trabaja dentro, es decir los usuarios. También hay un uso restringido de los APU (Unidad Auxiliar de Potencia) que sirve para prender los aviones; otra medida es la dirección de despegues, ya que el Aeropuerto el Dorado es el único aeropuerto del mundo que tiene restricción para uso de las pistas en horarios nocturnos. La pista norte por ejemplo (13L) puede operar 24 horas al día, pero con la restricción de que a partir de las 9 de la noche los aviones deben seguir la ruta oriente-occidente, y por otro lado la pista sur, que es la nueva (13R), que tiene una restricción horaria, que es que a partir de las 10 de la noche y hasta las 6 de la mañana no hay vuelos, todo esto calculado por la densidad poblacional que es mayor hacia la pista sur. En realidad el problema del ruido no es lo que genera el aeropuerto sino que la comunidad esté cerca, entonces por eso uno se da cuenta que la mayoría de los países desarrollados tienen el aeropuerto es a dos horas de la ciudad, es lejos. Dentro del Manual también tenemos los ángulos de despegue que deben tener las aeronaves, por ejemplo, si uno despegue con un ángulo más pronunciado, cuando se pase por encima de las casas, se va a estar a una altura mayor, y si el ángulo es menos pues se va a estar más bajito. Nosotros ahora estamos siguiendo procedimientos RNAV (Navegación de Área), que permiten diseñar procedimientos de aproximación más directos y precisos a la pista, permitiendo que la huella de ruido se reduzca y que se sobrevuele menos la ciudad. También estamos trabajando en que las rutas aéreas se homologuen en las rutas terrestres, esto quiere decir que si por ejemplo en la Carrera 30 hay un ruido de carros terrible y si le pasas un avión por encima de la 30, el ruido se enmascara, no se reduce pero se enmascara, uno compensa al otro, ésta es una de las formas de mitigar. También tenemos nosotros unos jarillones en el medio, paralelos a las pistas del Dorado, que son una especie de barreras vivas o montículos de aproximadamente unos 4 a 5 metros de altura y en la parte superior tienen unos árboles que ayudan a dispersar el ruido, especialmente en las operaciones de despegue que es cuando más ruido se hace. Los jarillones se llaman: "Jarillón Fontibón" y "Jarillón Engativá". 30 También contamos con una zona especial de prueba de motores para las aeronaves, que anteriormente se hacían en las cabeceras de las pistas, en este aspecto OPAIN fue el que construyó esta zona que es aislada del aeropuerto y la comunidad. Finalmente tenemos la forma de mitigar ruido en el receptor, que en este caso son las comunidades, aquí tenemos: las insonorizaciones de viviendas, acomodando vidrios gruesos en las habitaciones para que el ruido no entre, esto reduce aproximadamente de 8 a 10 db de ruido. Otras medidas importantes que se han tomado, es la modificación en las flotas de los aviones. La OACI tiene unos capítulos de ruido generados por los aviones, hay hasta 4 tipos, siendo 1 más ruidoso y 4 menos ruidoso. Esto se puede optimizar con el tipo de motor, los materiales, la aerodinámica, entre otros. De acuerdo con esto, en El Dorado a partir del 2006 no autoriza el vuelo de aviones por debajo del tipo 3, incluso muchos de los aviones ahora son tipo 4, es decir que los motores ya no generan tanto ruido y de noche estamos favoreciendo el vuelo de aviones tipo 4 que son los que hacen menos ruido. Una deficiencia es que nosotros no tenemos un sistema automático de monitoreo que es un sistema mucho más avanzado, solo poseemos el

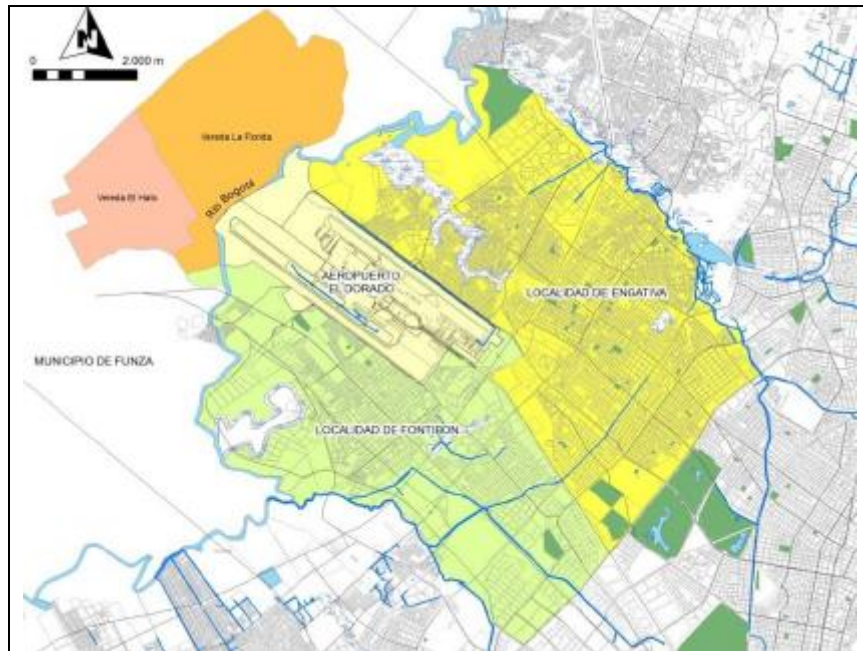
sonómetro. El sistema automático está amarrado de una vez al radar del avión, que da de una vez la información del vuelo, como el origen, destino, el color, las marcas de matrícula, la aerolínea, es decir, toda la información. Este sistema es mucho más preciso para monitorear ruido y es a lo que le estamos apuntando este año. Nosotros también estamos haciendo trabajo social con la comunidad, campañas de concientización y tenemos un sistema de atención de quejas. (Jhonatan Anturi, 2014) Conforme a ello, en el presente capítulo se hace la caracterización de los principales componentes relacionados con el monitoreo del ruido en el aeropuerto El Dorado, para lo cual se toma en cuenta el informe presentado por la Aerocivil, de acuerdo a una serie de indicadores de gestión del ruido, en el que se tomaron en cuenta los siguientes contextos: “condiciones de operación normal, maniobras en la noche que no permiten cumplir con los permisos de operación otorgado por la ANLA, cierre de pista Norte y cierre de pista Sur”¹⁶.

Vale señalar previamente que el Aeropuerto Internacional “El Dorado” – Luis Carlos Galán Sarmiento, se encuentra ubicado a 12 km del centro de la ciudad, a una altura de 2.547 msnm y las siguientes coordenadas: 04° 42’ 05.96” de latitud norte y 074° 08’ 49.01” de longitud occidental. Asimismo, ocupa un área de 975 ha aproximadamente, limitando con la zona rural de Funza, así como con los municipios de Fontibón y Engativá, los cuales hacen parte de la ciudad capital de Bogotá¹⁷ (ver figura 5).

Figura 6. Ubicación del Aeropuerto El Dorado y su zona de influencia directa.

¹⁶ AEROCIVIL. Op. cit., p. 34.

¹⁷ SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN DE BOGOTÁ. SUBSECRETARÍA DE PLANEACIÓN SOCIOECONÓMICA. Documento técnico de soporte operación estratégica Fontibón – Aeropuerto El Dorado – Engativá. Bogotá: autor. 2011, p. 38. Disponible en http://institutodeestudiosurbanos.info/dmdocuments/cendocieu/coleccion_digital/Operacion_Estrategia_Aeropuerto/Operacion_Estrategica_Aeropuerto_DTS-SDP-2011.pdf.



Fuente: AEROCIVIL. Op. cit., p. 36.

De igual forma, el aeropuerto El Dorado cuenta con dos pistas paralelas (Pista Norte y Pista Sur), que cuentan cada una con una longitud aproximada de 3.800 mts de largo por 45 mts de ancho¹⁸. En lo que corresponde a las operaciones propiamente dichas de aterrizaje y despegue, se destaca que la operación que mayor predominio tiene a lo largo del año es la de occidente a oriente, ello debido a las condiciones originadas por el viento, que son más eficientes en esta dirección, ya que permite un total de 76 operaciones por hora aproximadamente. No sucede lo mismo cuando la configuración occidente de las pistas ocasiona que el aterrizaje como el despegue sea en sentido oriente – occidente con un total de 50 operaciones por hora¹⁹.

No sucede lo mismo con las operaciones que tenían restricción de 10:00 pm a 6:00 am, ya que estas presentaban la llamada configuración enfrentada, en la que solamente se permiten 10 operaciones de despegue y 10 de aterrizaje, las primeras de oriente a occidente y los aterrizajes de occidente a oriente²⁰.

De otro lado, en lo que corresponde con el AID del Aeropuerto El Dorado, vale decir que el mismo se encuentra conformado por el área

¹⁸ CARVAJAL GIRALDO, Santiago. Estudio del proceso de transformación del aeropuerto El Dorado, bajo el concepto de ciudad aeropuerto. Bogotá: Universidad del Rosario. 2015. Disponible en <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/11398/1094913875-2015.pdf?sequence=1>.

¹⁹ AEROCIVIL. Op. cit., p. 42.

²⁰ AEROCIVIL. Op. cit., p. 38.

rural de Funza, particularmente en las veredas El Hato y La Florida; y por las áreas urbanas de las localidades de Fontibón y Engativá de Bogotá.

5.1.1 Área rural de Funza. El municipio de Funza cuenta con una extensión general de 70 km², ubicada a una altura de 2.548 msnm y teniendo como límites los municipios de Madrid y Tenjo al norte; con Cota y Bogotá al oriente; Mosquera al sur; y, finalmente el municipio de Madrid al occidente²¹. La temperatura ronda en promedio los 14°C. El área del municipio es plana, exhibiendo las tipologías típicas de las altiplanicies cundinamarqueses, las cuales tienen pendientes que llegan hasta el 3%²².

Asimismo, en lo que tiene que ver con el factor económico, particularmente de la cabecera municipal, se logra establecer que está definida especialmente por el comercio en sus dos modalidades al por mayor y al detal (393 tiendas con un 35,9% y 398 negocios de comercio con un 36,4%); seguido de otros de mínima importancia como los servicios y la industria manufacturera²³.

En lo que tiene que ver con los sistemas de producción predominantes, vale decir que corresponde a la ganadería de leche y cultivos transitorios entre los que más se encuentran son las hortalizas, papa y maíz²⁴.

En cuanto a la rama de los servicios predominan los restaurantes, las fruterías, las cafeterías y las peluquerías, representando el 13.4% del total de establecimientos. Respecto de las industrias manufactureras, su participación es del 12.2% con 154 unidades económicas. Y existen 6 organizaciones financieras que representan el 0.5% sobre el total de establecimientos. En el municipio de Funza se explotan especies mayores y menores. Las especies mayores en producción son los bovinos (ganado de leche), seguidos por los porcinos, equinos, conejos, el asnal, y las aves. La producción lechera se concentra en la zona rural en las veredas el Cacique, el Hato, el Cocli, La Isla y La Florida. La raza predominante en el municipio es la Hostein, con una producción promedio de leche por día de 11 Litros. En el municipio de Funza se cultiva principalmente papa, maíz, repollo, lechuga, zanahoria y arveja.

²¹ MEJÍA ÁLVAREZ, Luz Adriana. Apuntes para una aproximación a la caracterización de la región capital. Bogotá: Secretaría Distrital de Planeación. 2010. Disponible en <http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/SeguimientoPolíticas/politicalIntegraciónRegional/Banco%20de%20Documentos%20de%20IntegraciónF3n%20Regional/DocumentosTrabajo/Apuntes%20de%20CaracterizaciónF3n%20Regional.pdf>.

²² Ibid.

²³ ALCALDÍA DE FUNZA. Base económica urbana: principales ramas de actividad. Funza: autor. s. f. Disponible en http://www.funza-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml.

²⁴ Ibid.

La mayoría de estos cultivos están localizados en las veredas Siete Trojes, el Hato y La Florida. Ellos son irrigados con agua de los humedales y del distrito de riego La Ramada. La mayoría de estos productos son comercializados en la plaza mayorista de Corabastos y en menor proporción en plazas de mercados de Funza y Facatativá²⁵.

En síntesis, la población y el entorno del municipio de Funza es eminentemente rural, debido a que se observa gran influencia de la economía rural, así como los sistemas de producción agropecuaria. Por lo demás, tiene vías de acceso en buenas condiciones, sobre todo la proveniente de Bogotá, la cual comunica con municipios aledaños como Facatativá, Madrid y Girardot.

5.1.2 Área urbana de Bogotá (Fontibón y Engativá). La localidad de Engativá se encuentra situada en la franja occidental de la metrópoli, limita, al Norte, con el río Juan Amarillo; al Sur, con la avenida El dorado y el viejo camino de Engativá; al Oriente, con la avenida calle 68 y las localidades de Barrios Unidos y Teusaquillo, y al Occidente, con el río Bogotá y el municipio de Cota²⁶.

Al igual que Funza, Engativá muestra una región comparativamente plana, con representación de un sistema hidrológico de gran calidad debido a la presencia del río El Salitre y del río Bogotá. Es importante también el canal paralelo a la Calle 66, ubicado en el sector de Álamos: “En cuanto usos del suelo, la localidad presenta como uso predominante el residencial; no obstante, en la localidad se ubican zonas comerciales y de servicios, como la que se localiza en el sector aledaño al aeropuerto Eldorado, que fue constituida por el Plan de Ordenamiento Territorial –POT- como la centralidad “Fontibón – Aeropuerto El Dorado – Engativá”, zona de relevancia comercial a nivel regional, nacional e internacional”²⁷.

Frente al suelo urbano, esta localidad hace parte del territorio distrital en la medida que las áreas deban contar con infraestructura vial, redes primarias de energía, acueducto y alcantarillado, con lo cual es posible llevar a cabo el proceso de urbanización. De acuerdo con la Aerocivil, la localidad de Engativá cuenta con 332 barrios en 3.119 hectáreas. Asimismo, cuenta con 33.931 establecimientos comerciales a 2005, de los cuales el 13,3% se dedican a industria, el 41,7% a comercio, el 35,0% a servicios, el 6,8% a otras actividades y el 0,6% sin ningún tipo de función.

Esta localidad cuenta con las Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ) que son las que definen y orientan el planeamiento urbano,

²⁵ Ibid., p. 3.

²⁶ AEROCIVIL. Op. cit., p. 50.

²⁷ Ibid., p. 51.

identificándose los siguientes tipos de unidades de vivienda: Unidades tipo 1 (residencial de urbanización incompleta); Unidades tipo 2 (residencial consolidado); Unidades tipo 3 (residencial cualificado); Unidades tipo 4 (desarrollo); Unidades tipo 5 (centralidad urbana); Unidades tipo 6 (comerciales); Unidades tipo 7 (predominantemente industrial); y, finalmente Unidades tipo 8 (predominio dotacional).

Por último es de señalar que en la actualidad la localidad tiene 874.000 habitantes, de los cuales el 52,11% mujeres y el 47,89% son hombres. Frente a la pirámide poblacional, se establece que la mayoría de la población se encuentra entre los 10 y 35 años, de los cuales los adultos son el 50,3% (Secretaría Distrital de Planeación, 2011a)

Frente a la localidad de Fontibón, es de señalar que está se encuentra localizada en la zona noroccidental de Bogotá, limitando al norte con la localidad de Engativá; al oriente con localidades de Puente Aranda y Teusaquillo; por el occidente con la ribera del río Bogotá y los municipios de Funza y Mosquera; por último, al sur con la localidad de Kennedy²⁸.

El suelo urbano del territorio distrital lo constituyen las áreas que, por contar con infraestructura vial, redes primarias de energía, acueducto y alcantarillado hacen posible la urbanización o edificación. El suelo urbano de Fontibón comprende un total de 3.327 hectáreas (ha), de las cuales 329 corresponden a áreas protegidas. En este suelo urbano se localizan 1.671 manzanas que ocupan un total de 2.714 ha. Al año 2008, Fontibón tenía un total de 362 barrios con una superficie de 2.329 hectáreas. De los 17.169 establecimientos económicos censados en el 2005 en la localidad de Fontibón, el 8,7% se dedican a actividades industriales, el 37,0% a comercio, el 40,4% a servicios, el 10,5% a otras actividades y el 0,4% estaban desocupados.

En lo que tiene que ver con las UPZ, las unidades presentan las mismas características de la localidad de Engativá: Unidades tipo 1 (residencial de urbanización incompleta); Unidades tipo 2 (residencial consolidado); Unidades tipo 3 (residencial cualificado); Unidades tipo 4 (desarrollo); Unidades tipo 5 (centralidad urbana); Unidades tipo 6 (comerciales); Unidades tipo 7 (predominantemente industrial); y, finalmente Unidades tipo 8 (predominio dotacional).

Finalmente, en lo que concierne a la población, la localidad cuenta con aproximadamente 380.000 habitantes, de los cuales el 52,64% son mujeres y el 47,36% hombres. Frente a la pirámide de población, la mayoría se ubica entre los 10 y los 30 años, pues se evidencia una

²⁸ SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN DE BOGOTÁ. Localidad de Fontibón. 2014.

Disponible en

<http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionEnLinea/InformacionDescargableUPZs/Localidad%209%20Fontib%F3n/monografia/09%20Localidad%20de%20Fontib%F3n.pdf>.

reducción sustancial en la fecundidad (Secretaría Distrital de Planeación, 2011b).

5.2 MARCO LEGAL DE COLOMBIA DE LA EMISIÓN DE RUIDO Y RUIDO AMBIENTAL

El sustento legal de la aeronáutica en Colombia se encuentra inicialmente en la Constitución Política de Colombia, la cual definió en cabeza del Presidente de la República como el máximo jefe de la rama ejecutiva, que a su vez tiene en los ministerios, específicamente en sus ministros, definir la política pública en las materias encargadas: “Bajo la dirección del Presidente de la República, les corresponde formular las políticas atinentes a su despacho, dirigir la actividad administrativa y ejecutar la ley”²⁹.

En ese sentido, se definió el Ministerio de Transporte como la entidad que estaría a cargo del sector aeronáutico: “De acuerdo la Constitución Política Nacional, la Ley 489 de 1998, la Ley 790 de 2002 y demás normas vigentes, los Ministerios son, junto con la Presidencia de la República y los Departamentos Administrativos, los organismos principales de la Administración Pública Nacional y hacen parte del Sector Central de la Rama Ejecutiva del Poder Público”³⁰.

De la normativa señalada por el Ministerio de Transporte, tiene especial mención la Ley 489 de 1998, en la medida que allí establece los principios de la función administrativa de todos los ministerios, subrayando que ésta se basará en “la buena fe, igualdad, moralidad, celeridad, economía, imparcialidad, eficacia, eficiencia, participación, publicidad, responsabilidad y transparencia. Los principios anteriores se aplicarán, igualmente, en la prestación de servicios públicos, en cuanto fueren compatibles con su naturaleza y régimen”³¹.

En función de estos principios, el Ministerio de Transporte, a través del Decreto 087 de 2011, definió sus objetivos de la siguiente manera: “la formulación y adopción de las políticas, planes, programas, proyectos y regulación económica en materia de transporte, tránsito e infraestructura de los modos de transporte carretero, marítimo, fluvial,

²⁹ ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. Constitución Política de Colombia de 1991. art. 208.

³⁰ COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE ¿Quiénes somos? Bogotá: autor. Disponible en https://www.mintransporte.gov.co/Publicaciones/Ministerio/quienes_somos

³¹ CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 489 (29, diciembre, 1998). por la cual se dictan normas sobre la organización y funcionamiento de las entidades del orden nacional, se expiden las disposiciones, principios y reglas generales para el ejercicio de las atribuciones previstas en los numerales 15 y 16 del artículo 189 de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones.

férreo y aéreo y la regulación técnica en materia de transporte y tránsito de los modos carretero, marítimo, fluvial y férreo”³².

Asimismo, dentro de las funciones propias del Ministerio de Transporte, se identificaron principalmente las siguientes:

- Participar en la formulación de la política, planes y programas de desarrollo económico y social del país.
- Formular las políticas del Gobierno Nacional en materia de transporte, tránsito y la infraestructura de los modos de su competencia.
- Establecer la política del Gobierno Nacional para la directa, controlada y libre fijación de tarifas de transporte nacional e internacional en relación con los modos de su competencia, sin perjuicio de lo previsto en acuerdos y tratados de carácter internacional.
- Formular la regulación económica en materia de tránsito, transporte e infraestructura para todos los modos de transporte.
- Establecer las disposiciones que propendan por la integración y el fortalecimiento de los servicios de transporte.
- Fijar y adoptar la política, planes y programas en materia de seguridad en los diferentes modos de transporte y de construcción y conservación de su infraestructura³³.

En el marco de este Decreto, se definieron en su artículo 4° las entidades adscritas, siendo una de ellas la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, Aerocivil, como la entidad encargada de llevar a cabo la política pública en materia aeronáutica, siendo una de ellas el tema de la gestión ambiental, que en sus políticas generales estableció lo siguiente:

1. Eliminación de los factores ambientales de riesgo que generen pérdidas. El control de los factores de riesgo deberá hacerse en la fuente: El manejo ambiental de la Aeronáutica Civil privilegia la prevención y minimización de los riesgos e impactos en los seres humanos y el medio ambiente. Los resultados de la gestión deben traducirse en: La racionalización del uso de materiales y energía; la reducción de la generación de residuos (sólidos, líquidos, emisiones y ruido); el mejoramiento de la calidad de los residuos.
2. Dar cumplimiento a las normas establecidas. Los esfuerzos de la gestión deben enfocarse en primera instancia al cumplimiento de las normas ambientales aplicables y a la satisfacción de los compromisos de naturaleza ambiental de la Aeronáutica Civil o propios de cada Aeropuerto.
3. Promover el mejoramiento continuo. El mejoramiento continuo corresponde al concepto de producción más limpia, el cual obedece a un proceso dinámico y sistemático, que debe aplicarse

³² COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Decreto 087 (17, enero, 2011). por el cual se modifica la estructura del Ministerio de Transporte, y se determinan las funciones de sus dependencias.

³³ Ibid., art. 2°.

permanentemente, con objetivos de mayor alcance. Desarrolla el Principio de Gradualidad, que permite la búsqueda de la excelencia sin comprometer la estabilidad económica de la operación y el funcionamiento de los aeropuertos³⁴.

De otro lado, ya frente al ruido aeronáutico, vale decir que este se encuentra determinado por la Resolución 627 de 2006³⁵, en la que se introducen dos conceptos nuevos para el tratamiento del ruido, como son emisión de ruido y ruido ambiental. La emisión de ruido es la que se aplica a cualquier fuente que sea generadora de ruido, de ahí que a través de esta resolución se definieran los estándares relacionados en la tabla 1.

Tabla 1. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles DB(A)

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	50
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	55
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	60
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	55
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	75
	Residencial suburbana.	55	50
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

³⁴ AEROCIVIL. Aspectos generales de la Política Ambiental de la Aeronáutica Civil. s.f. Disponible en

<http://www.aerocivil.gov.co/Aerocivil/GAmbiental/Paginas/PoliticaAmbiental.aspx>

³⁵ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 0627 (7, abril, 2006). Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

Fuente: MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Op. cit., art. 9°.

No sucede lo mismo con la medición de ruido ambiental, que corresponde al generado por “las vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales, en general las vías”. También aclara la norma en mención que en las fuentes de emisión naturales (cascadas, parques naturales), en donde no hay intervención humana, los valores registrados se deben tomar como estándares máximos permisibles.

En relación con la noción de día y noche, la resolución en mención estableció el horario diurno entre las 7:01 a las 21:00 horas, mientras la noche de 21:01 a las 7:00 horas.

Ahora, frente al ruido de aeropuertos, la Resolución 627 de 2006 establece que por ser un sector industrial, el nivel de ruido será evaluado conforme a esta resolución, situación que no sucede con el ruido de las aeronaves, el cual está regulado mediante la Resolución 2130 de 2004 de Aerocivil³⁶, cuyo sustento está dado por la necesidad de ampliar el reglamento aeronáutico principalmente en aspectos ambientales, debido a que “en inmediaciones de los aeropuertos podría afectar adversamente a la comunidad en la superficie, mediante la emisión de ruido en cantidades superiores a las permitidas, si no se toman las medidas necesarias para cuantificar dichos niveles de ruido, vigilar su emisión y atenuar sus efectos”³⁷.

En el marco de esta resolución se definen con claridad Decibelio (dB) y Decibelio A (dBA). El primero corresponde a la unidad de medición de “los niveles de intensidad, de potencia y de presión sonora” a nivel general, mientras que en el segundo se busca representar “la sensibilidad en intensidad y frecuencia de la oreja humana. Este permite traducir la sensibilidad de la oreja más fuerte a los sonidos agudos que a los sonidos graves. Es la unidad en la cual se expresan habitualmente los resultados de las mediciones de ruido con fines legales o para determinación de riesgo auditivo”³⁸.

Otra de las nociones que se tiene en cuenta en esta resolución es la correspondiente al Nivel efectivo de ruido percibido (EPNL), expresado en decibeles (EPNdB) el cual se tiene en cuenta para el manejo de las irregularidades espectrales como en la duración del ruido: “Dicho sencillamente, el EPNL será el nivel instantáneo del ruido percibido, PNL, corregido para tomar en consideración la duración y las irregularidades espectrales (la corrección, denominada “factor de

³⁶ AEROCIVIL. Resolución 2130 (7, junio, 2004) por la cual se adicionan y modifican las partes Primera, y Séptima de los reglamentos Aeronáuticos de Colombia y se adopta una Parte Once, sobre disposiciones Ambientales.

³⁷ *Ibíd.*, consideraciones.

³⁸ *Ibíd.*, art. 1°.

corrección por tono", sólo se hace para el tono máximo en cada incremento de tiempo)"³⁹.

Los estudios reportados por el ANLA en la misma Resolución, establecen que la ampliación de la ventana operacional afectaría de forma significativa las localidades en mención y el municipio de Funza. Señala que la población impactada por esta medida es de 147.450 habitantes, quienes estarían expuestos a niveles de ruido aeronáutico superiores a los 65 dBA. La justificación para abrir esta ventana operacional se basa en que existiría una reducción del 50% en el número de la población expuesta, tal como se justifica de la siguiente manera:

Teniendo en cuenta lo anterior y que la población total del municipio de Funza se encontraría alrededor de los 70.000 habitantes, se puede inferir que la aplicación del modo de operación con restricciones de vuelo hacia la ciudad de Bogotá, recargando la operación hacia la sabana denota una reducción significativa de la población expuesta de aproximadamente un 50%, que sumado a la reconversión de la flota aérea, la reconfiguración del espacio aéreo y la implementación de una red de monitoreo de ruido y de trayectorias aéreas especializada para aeropuertos, constituirían una herramienta de gestión y manejo de impactos por ruido efectiva, sobre la población afectada, que viabilizaría la autorización de la ventana operacional y el manejo de los impactos derivados de esta⁴⁰.

Son entonces los estimativos y simulaciones presentadas, así como la implementación de unas medidas, a futuro, las que sirvieron de justificación para la apertura de la ventana operacional, en el entendido que estas disminuirían sustancialmente el ruido aeronáutico en estas comunidades.

Asimismo, además de la resolución en mención, también se debe tomar en cuenta la Resolución 1567 de 2015 de la ANLA, en la que se resolvieron los recursos de reposición contra la Resolución 1034 del mismo año, relativa a la apertura de la ventana de operacional del aeropuerto El Dorado de Bogotá; manteniendo en esencia los nuevos lineamientos operacionales definidos en la resolución impugnada. Estos son los términos:

Para la pista (13R-31L) (Pista sur)

6:00 am y las 10:00 pm: sin restricción alguna para la operación de todo tipo de aeronaves.

De 10:01 pm a 11:59 pm. Se permitirán los aterrizajes sin sobrevolar la ciudad, sentido occidente-oriente.

De 12 pm a 5:59 am que opere bajo las siguientes condiciones:

³⁹ Ibid., art. 2°.

⁴⁰ ANLA. Resolución 1034 de 2015. Óp. cit., p. 50.

- a) Las operaciones de descolaje se realizan en 100% sentido oriente – occidente, sin sobrevolar la ciudad.
- b) Las operaciones de aterrizaje se realizan en un 100% en direcciónd occidente - oriente⁴¹.

Este tipo de apertura de la ventana operacional implica lo que se llama una configuracón enfrentada, pues como lo precisa la Aerocivil, las operaciones de descolaje se llevan a cabo en contra de las de aterrizaje, tal como se puede observar en la figura 7, relativa a la pista norte, pero con las mismas implicaciones para la pista sur, objeto del cambio de las operaciones, tal como quedó expresado en la resoluciónd *ibídem* de la ANLA.

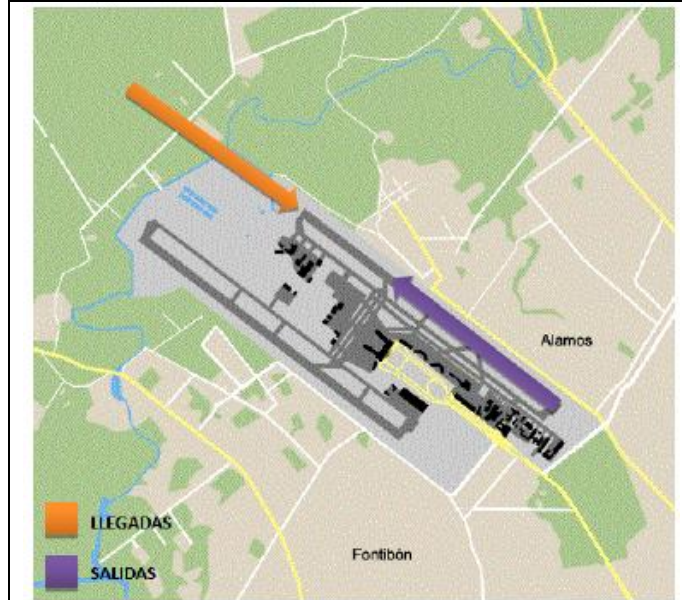
Baste señalar que el análisis de los recursos de reposición interpuestos por la ciudadanía como por la Administracón Distrital de Bogotá, expresados en la Resoluciónd 1567 de 2015, fueron rechazados por parte de la ANLA, bien por carecer de competencia para pronunciarse o porque los estudios en los cuales se sustentaban los recursos no se encontraban suficientemente sustentados, tal como se muestra en el siguiente apartado:

Finalmente y de acuerdo con lo anteriormente expuesto, esta Autoridad no comprende como en la que se denomina ‘Resumen Tomadores de Decisiónd’ se llega a la conclusiónd que ‘los mecanismos de mitigacón de la operacón aeroportuaria no están siendo efectivos para garantizar el bienestar y calidad de vida de la poblacón residente en Engativá y Fontibón’ cuando evidentemente los estudios realizados respecto a la insonorizacón no tienen un carácter técnico, sino de percepciónd (subjetivo) y los análisis obedecen a niveles de ruido ambiental globales de la zona objeto de estudio. Así mismo debe tenerse en cuenta que existe una problemática de ruido en toda la ciudad de Bogotá, incluida el área de influencia del aeropuerto El Dorado, la cual no está Únicamente asociada a la operacón aeroportuaria sino otros factores externos para los cuales esta entidad carece de competencia⁴².

⁴¹ ANLA. Resoluciónd 1567 de 2015. Op. cit., p. 174.

⁴² *Ibíd.*, p. 107.

Figura 7. Configuración enfrentada Aeropuerto El Dorado pista norte.



Fuente: AEROCIVIL. Estudio de impacto ambiental. Op. cit., p. 6.

En síntesis, a partir de esta resolución, la ANLA decide conceder la licencia ambiental solicitada por Aerocivil para la ampliación de la ventana operacional de la pista sur entre las 12 pm y las 5:59 am, la cual tenía restricciones emanadas en la licencia ambiental otorgada al aeropuerto desde 1995 con la Resolución 1330 de 1995.

5.3 MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

5.3.1 Teoría aeronáutica del ruido. La teoría aeronáutica del ruido está relacionada de forma directa con la energía acústica, la cual utiliza como medios las estructuras sólidas y el aire, siendo en las aeronaves ésta última sobre la cual se propaga, a través de ondas, las cuales son medidas a través del llamado *decibelio (dB)*. “El **decibel** es una unidad relativa de una señal muy utilizada por la simplicidad al momento de comparar y calcular niveles de señales eléctricas. Los logaritmos son muy usados debido a que la señal en decibels puede ser fácilmente sumada o restada y también por la razón de que el oído humano responde naturalmente a niveles de señal en una forma aproximadamente logarítmica”⁴³. A partir de este principio, se ha desarrollado la teoría del ruido.

Asimismo, es necesario entender cómo la propagación del sonido en las aeronaves es enviada a través de la atmósfera, presentándose el

⁴³ PÉREZ, Pedro. Decibel. [online]. Mendoza, Argentina: Universidad Tecnológica Nacional. http://www.frm.utn.edu.ar/index.php?option=com_content&view=section&id=10&Itemid=11

fenómeno del decrecimiento o atenuación del sonido en relación directa con el alejamiento entre la fuente con el receptor. De acuerdo con Lladó y Pelegrin se destacan varios factores que provocan la atenuación.

- La causada por la divergencia geométrica de la fuente.
- La establecida por barreras u obstáculos emplazados entre el receptor y la fuente.
- Por la absorción de la energía acústica en la atmósfera.
- Atenuación como resultado de la atmósfera no ideal, en la que dominan los vientos y las variaciones de temperatura, y donde se encuentran gases no ideales, niebla y humo⁴⁴.

Para calcular dicha atenuación del ruido, la Norma ISO 9613-2 estableció dos métodos para su evaluación: cálculo general y método alternativo. En el primero se “Estipula que la curvatura de la propagación asegura que la atenuación es determinada prioritariamente por las superficies cerca de la fuente y del receptor, donde se distinguen tres zonas: región de fuente, región media y región de receptor”⁴⁵. En cuanto al método alternativo, Acuña señala que son tres condiciones las que se tienen que dar: interesa únicamente el nivel de presión sonora ponderado A en el receptor, la propagación sonora ocurre sobre un suelo con características porosas o mixtas y la onda sonora no se encuentra en un tono puro⁴⁶. Por otro lado, en cuanto a las fuentes de ruido en las aeronaves, Acuña establece cinco clases de fuente, de acuerdo al tipo de aviones:

- Aeronaves con motor tipo alternativo propulsadas por hélices.
- Turborreactores o motores a chorro
- Motor Turbofan o turboventilador
- Aeronaves propulsadas por turbohélice
- Ruido generado por Helicópteros convencionales.⁴⁷

En las Aeronaves con motor tipo alternativo propulsadas por hélices, el ruido es producido por las mismas hélices, sumado al motor tipo alternativo que mueve aquellas, siendo el de las hélices el que mayor importancia presta por el impacto externo que ocasiona, siendo los gases de combustión los que originan el ruido, quedando como alternativa para su disminución el tratamiento con silenciadores.

⁴⁴ LLADÓ, J. y PELEGRIN, L. Ruido del Tráfico Aéreo. Zaragoza España: Jornadas Nacionales de Acústica. 1989.

⁴⁵ ACUÑA, Juan Gabriel. Recomendaciones para la evaluación del impacto acústico de proyectos aeroportuarios. Tesis para optar al grado de Licenciado en Acústica. Chile. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Acústica. 2006.

⁴⁶ *Ibíd.*

⁴⁷ *Ibíd.*, p. 18 – 23.

En los aviones con Turborreactores o motores a chorro, tal como su nombre lo indica, la propulsión está dada por el chorro de gas que sale de la turbina de combustión. De acuerdo con, se denomina turborreactor a los “motores de reacción a las máquinas térmicas que transforman la energía de los propulsores (combustible y aire atmosférico) en energía cinética del chorro de gases que las atraviesan (...) son motores que comprimen el aire que admiten mediante un turbocompresor”⁴⁸. De acuerdo a lo descrito, son tres fuentes las que originan el ruido en este tipo de aeronaves: la toma del aire, la cámara de combustión y la salida de los gases de escape.

Los motores Turbofan provienen de la voz inglesa que mezcla Turbo y Fan que significa ventilador “no es más que un reactor puro al que se le han prolongado los alabes de la primera etapa del compresor de baja (rotor + estator) y se le ha dotado de una carena exterior, a fin de producir un flujo de aire secundario que NO está sometido a la mezcla y combustión con combustible (como flujo primario) y que la expandirse genera un empuje auxiliar de manera análoga a como ocurriría con una hélice carenada”⁴⁹. Con este diseño, lo que se pretende es lograr un mayor rendimiento del motor por medio de un gran ventilador, con lo que se le suma una mayor masa de aire.

Las aeronaves propulsadas por turbohélice se realizan por “la conversión de la mayor parte de la energía de la corriente de gas en potencia mecánica para arrastrar al compresor, accesorio, y carga de la hélice. Sólo una pequeña cantidad (aproximadamente el 10 por ciento) del empuje del chorro está disponible por la corriente de gas de relativamente baja presión y baja velocidad creada por las etapas de turbina necesarias para arrastrar la carga extra de la hélice”⁵⁰. En estos casos el ruido proviene de la rotación de las palas de hélice del compresor, de la turbina, del chorro de los gases y de la caja reductora. Es definido como aquel sonido no deseado. “es aquella emisión de energía originada por el fenómeno vibratorio que es detectado por el oído y provoca una sensación de molestia. Es un caso particular del sonido: se entiende por ruido aquél sonido no deseado”⁵¹. Conforme a

⁴⁸ ESPAÑA. AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD AÉREA. AEA. Principios básicos de funcionamiento del motor a reacción. [online]. España: autor. Modulo 14 Propulsión. http://www.seguridadaerea.es/NR/rdonlyres/D27F40CC-72F6-436F-BAFB-6E0744574E09/39719/modulo14_cap01_a.pdf

⁴⁹ ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS. INGENIERÍA AEROESPACIAL. Sistemas de Propulsión, descripción general de los aerorreactores. [online] Sevilla, España: autor. <http://aero.us.es/SP/archivos/0708/SP-TemaIV-1.pdf>

⁵⁰ ESPAÑA. AEA. Óp. Cit.

⁵¹ ESPAÑA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA SICA. Conceptos básicos de ruido

esta definición se puede entender cómo un determinado sonido que pese a ser bajo y si es persistente, puede terminar generando una molestia en quienes lo escuchan convirtiéndose así en un ruido como tal, pese a que es bajo.

Es un sonido complejo, y puede ser caracterizado por la frecuencia de los sonidos puros que lo componen y por la amplitud de la presión acústica correspondiente a cada una de esas frecuencias. Si estas últimas son muy numerosas, se caracteriza entonces el ruido por la repartición de la energía sonora en bandas de frecuencias contiguas, definiendo lo que se denomina espectro frecuencial del ruido. El espectro de frecuencias de un ruido varía aleatoriamente a lo largo del tiempo, a diferencia de otros sonidos complejos, como los acordes musicales, que siguen una ley de variación precisa⁵².

Bajo esta definición, se detectan seis tipos de ruido: continuo, continuo intermitente, impulsivo simple, fluctuante, impulsivo repetitivo y transitorio.

5.3.2 Teoría ambiental. El tema de la teoría ambiental se ve enfrentada a la constante ambigüedad como se viene desarrollando el tema, en donde cualquier disciplina aborda el tema y lo asume sin tener mayores referentes que los aspectos coyunturales e históricos que han movido el tema. De ahí que se comparte la posición de Maya, citado por García cuando establece que “el pensamiento ambiental es un planteamiento en formación que, para consolidarse, encuentra en su camino muchos obstáculos epistemológicos”⁵³. Esta situación explica la complejidad de las diferentes teorías ambientales, las cuales, por su origen y fines, están alimentadas por posiciones muy subjetivas frente al problema.

Aun así, se han destacado una serie de posiciones o enfoques sobre el tema ambiental, dependiendo desde la disciplina que se asuma, de ahí que es posible encontrar infinidad de teorías, cada una con determinada especialidad o particularidad, tal como se describe a continuación.

Uno de los primeros teóricos que dieron nacimiento al ambientalismo, como una de las primeras teorías ambientales, fue Montesquieu, quien en el siglo XVIII señalaba cómo el hombre era un reflejo del ambiente en el que se desenvuelve.

ambiental. (s.f.). <http://sicaweb.cedex.es/docs/documentos/Conceptos-Basicos-del-ruido-ambiental.pdf>

⁵² Ibid., p. 8.

⁵³ GARCÍA HENÁO, Lilibeth. Teoría del desarrollo sostenible y legislación ambiental colombiana. [online]. Barranquilla: Universidad del Norte. 2003. http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/derecho/20/8_Teoria%20del%20desarrollo%20sostenible.pdf

Históricamente, esta presunción ha podido referirse tanto al hombre como ser biológico, como a la naturaleza social de la humanidad. En el primer caso, la diversidad física de los hombres, los caracteres peculiares de cada raza, vendrían a expresar la cualidad adaptativa del ser humano a los diferentes climas en que habita. En el segundo, la diversidad geográfica de la Tierra sería la clave para comprender la diversidad cultural de los pueblos, sus distintos modos de vida, costumbres, leyes y creencias.⁵⁴

De acuerdo con Urteaga, en las obras de Montesquieu y de Buffon se encuentran convicciones ambientalistas revitalizadas, en cuanto a que por este medio intentan explicar las diferencias sociales y culturales de las diferentes regiones del mundo. Aun así señala cómo este tipo de teorías fueron quedándose por no tener un sustento teórico válido hasta terminar siendo abandonadas en el siglo XIX.

Desde la economía se viene desarrollando la Teoría del Desarrollo Sostenible, la cual contempla una nueva dimensión en el desarrollo de la humanidad, pero basado en la protección de los ecosistemas y de los bosques naturales. Al respecto señala García, citando a Carrizosa, “Una nueva dimensión: Capital Natural; el interés por el concepto de sostenibilidad surgió fundamentalmente de su angustia ante las pérdidas de elementos de los ecosistemas, elementos físicos y bióticos de los ecosistemas, ante la desaparición de los bosques naturales, de la pesca y ante la transformación de las aguas y del aire por contaminación”⁵⁵. De acuerdo con este concepto, el desarrollo sostenible pretende, a través de unas propuestas económicas, lograr la protección ambiental como elemento esencial para la supervivencia de la humanidad.

Desde una perspectiva más regional ha surgido la llamada teoría TQEM, la cual busca establecer una relación entre la Gestión Total de Calidad (TQM) y la Gestión Ambiental (EM). Tal como se menciona por parte de la Organización de los Estados Americanos OEA “Las organizaciones deben adoptar una actitud proactiva con respecto a la protección del ambiente, considerándola cada vez menos como un problema y cada vez más como un patrimonio general. Un modo de encarar esa actitud proactiva respecto al ambiente los constituye la adopción de un Sistema de Gestión de la Función Ambiental integrado a una Gestión Global de la organización ejecutada con la Filosofía de

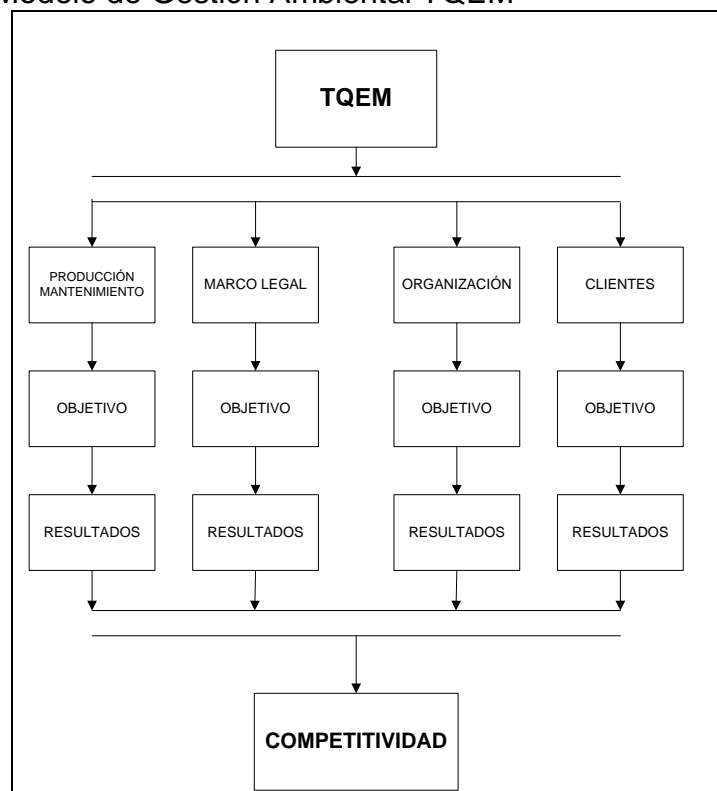
⁵⁴ URTEAGA, Luis. La teoría de los climas y los orígenes del ambientalismo. [online] Barcelona: Universidad de Barcelona. <http://www.ub.edu/geocrit/geo99.htm>. 1993.

⁵⁵ GARCÍA. Op. Cit., p. 201.

la Gestión de la Calidad Total”⁵⁶. En la Figura 8 Se muestra el modelo de gestión ambiental TQEM.

Bajo este modelo los resultados se traducen integridad, procesos, productos, cumplimiento, buenas relaciones, participación activa, optimización, productividad, innovación, flexibilidad, y comunicación integral entre otras cosas.

Figura 8. Modelo de Gestión Ambiental TQEM



Fuente: adaptación de: OEA. Op. Cit., p. 1.

⁵⁶ ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS AMERICANOS OEA. El Manual de Gestión de la calidad ambiental. Hacia el futuro. [online]. Washington: autor.
http://www.science.oas.org/oea_gtz/libros/Ambiental/cap10_amb.htm

5.4 MARCO CONCEPTUAL

5.4.1 Ruido. Es definido como aquel sonido no deseado. “es aquella emisión de energía originada por el fenómeno vibratorio que es detectado por el oído y provoca una sensación de molestia. Es un caso particular del sonido: se entiende por ruido aquél sonido no deseado”⁵⁷. Conforme a esta definición se puede entender cómo un determinado sonido que pese a ser bajo y si es persistente, puede terminar generando una molestia en quienes lo escuchan convirtiéndose así en un ruido como tal, pese a que es bajo.

Es un sonido complejo, y puede ser caracterizado por la frecuencia de los sonidos puros que lo componen y por la amplitud de la presión acústica correspondiente a cada una de esas frecuencias. Si estas últimas son muy numerosas, se caracteriza entonces el ruido por la repartición de la energía sonora en bandas de frecuencias contiguas, definiendo lo que se denomina espectro frecuencial del ruido. El espectro de frecuencias de un ruido varía aleatoriamente a lo largo del tiempo, a diferencia de otros sonidos complejos, como los acordes musicales, que siguen una ley de variación precisa⁵⁸.

Bajo esta definición, se detectan seis tipos de ruido: continuo, continuo intermitente, impulsivo simple, fluctuante, impulsivo repetitivo y transitorio.

5.4.2 Presión Sonora. De acuerdo con el SICA⁵⁹ “Una fuente sonora produce cierta cantidad de energía por unidad de tiempo, esto es una cierta potencia sonora. Esta es una medida básica de cuanta energía acústica puede producir una fuente sonora con independencia del contorno. La energía sonora fluye de la fuente al exterior, aumentando el nivel de presión sonora existente”⁶⁰. Esta entidad señala igualmente que son tres los factores que intervienen en su medición: potencia radiada, distancia radiada, cantidad de energía absorbida y cantidad de energía transmitida; siendo claros en señalar que este tipo de medida es de magnitud variable entre un punto y otro y conforme a determinadas circunstancias.

⁵⁷ ESPAÑA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA SICA. Conceptos básicos de ruido ambiental. (s.f.). <http://sicaweb.cedex.es/docs/documentos/Conceptos-Basicos-del-ruido-ambiental.pdf>

⁵⁸ *Ibíd.*, p. 8.

⁵⁹ Sistema de Información sobre Contaminación Acústica.

⁶⁰ ESPAÑA. SICA. Óp. Cit., p.9.

5.4.3 Nivel de Ruido Continuo Equivalente (LEQ). De acuerdo con la ISO 1996, es “el valor medio del nivel de ruido durante un determinado período de tiempo, no necesariamente 24 horas, vale decir es un ruido estable que corresponde al promedio integral en el tiempo de la presión sonora al cuadrado con ponderación de frecuencia producida por fuentes de sonidos estables, fluctuantes, intermitentes, irregulares o impulsivos en el mismo intervalo de tiempo”⁶¹.

5.4.4 Nivel de Exposición Sonora (SEL: Sound Exposure Level). Está definido como “el nivel de presión sonora de un ruido continuo que tiene la misma energía en un segundo que la del ruido real durante el intervalo de tiempo T. Se utiliza para clasificar y comparar sucesos de ruido de diferente duración”⁶².

Científicos, expertos y numerosos organismos oficiales como la Organización mundial de la salud (OMS), la Comunidad Económica Europea (CEE), el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), etc., han declarado de forma unánime que el ruido tiene efectos muy perjudiciales para la salud. Estos perjuicios varían desde trastornos puramente fisiológicos, como la pérdida progresiva de audición, hasta los psicológicos, al producir una irritación y un cansancio que provocan disfunciones en la vida cotidiana, tanto en el rendimiento laboral como en la relación con los demás.

El reconocimiento del ruido como un peligro para la salud es reciente y sus efectos han pasado a ser considerados un problema sanitario cada vez más importante. Más de la mitad de los ciudadanos europeos viven en alrededores ruidosos; un tercio soportan niveles de ruido nocturnos que perturban el sueño; en EEUU, en 1990, cerca de 30 millones de personas fueron expuestas diariamente a un nivel del ruido profesional diario por encima de 85 dB, mientras que en Alemania y otros países desarrollados lo estaban el 12-15% de las personas empleadas.

La exposición prolongada al ruido, ya sea en la vida cotidiana o en el puesto de trabajo, puede causar problemas médicos, como hipertensión y enfermedades cardíacas. El ruido puede afectar adversamente a la lectura, la atención, la resolución de problemas y la memoria. Los fallos en el desempeño de la actividad laboral pueden producir accidentes. El ruido con niveles por encima de 80 dB puede aumentar el comportamiento agresivo. Además parece haber una conexión entre el ruido comunitario y ciertos problemas mentales, debido a la demanda

⁶¹ INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION “ISO”. ISO 1996. Acoustics Description, measurement and assessment of environmental. Part 2: determination of environmental noise levels.

⁶² ESPAÑA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. Sistema de Información sobre Contaminación Acústica SICA.

de tranquilizantes y somníferos, la incidencia de síntomas psiquiátricos y el número de admisiones a hospitales psiquiátricos. El ruido puede causar otros muchos problemas, pero la principal consecuencia social es el deterioro de la audición, que produce incapacidad de entender una conversación en condiciones normales y que está considerado una desventaja social severa.

En general, dentro de los efectos adversos del ruido pueden incluirse:

- Cefalea.
- Dificultad para la comunicación oral.
- Disminución de la capacidad auditiva.
- Perturbación del sueño y descanso.
- Estrés.
- Fatiga, neurosis, depresión.
- Molestias o sensaciones desagradables que el ruido provoca, como zumbidos y tinnitus, en forma continua o intermitente.
- Efectos sobre el rendimiento.
- Alteración del sistema circulatorio.
- Alteración del sistema digestivo.
- Aumento de secreciones hormonales (tiroides y suprarrenales).
- Trastornos en el sistema neurosensorial.
- Disfunción sexual.
- Otros efectos.

El ruido lleva implícito un fuerte componente subjetivo. Un mismo sonido puede ser considerado un elemento molesto para unas personas mientras que para otras no. Esto depende de las características del receptor y del momento que se produce el ruido. Algunos factores que pueden influir son la franja horaria en la que se produce, la actividad de la persona en ese momento, el tiempo de exposición, el intervalo entre exposiciones, los antecedentes socioculturales, lo habitual que esté la persona a un determinado ruido, si el ruido es continuo o intermitente, la intensidad y la frecuencia del sonido, la edad del receptor, etc.

5.4.4.1 Ruido Profesional. Muchos trabajadores están sometidos en su puesto laboral a fuentes variadas del ruido: rotores, engranajes, flujos líquidos turbulentos, procesos de impresión, máquinas eléctricas, motores de combustión interna, equipos neumáticos, taladros, prensas, estallidos, bombas y compresores. Además, los sonidos emitidos por estos elementos son reflejados en suelos, paredes, techos y los propios equipos, con lo que el riesgo aumenta.

Pueden darse unos datos puntuales como ejemplos: un chorro de aire que se utiliza en muchas industrias para la limpieza y el secado de las válvulas de herramientas eléctricas puede llegar a niveles de 105 dB. En muchos casos se toman medidas de reducción de ruido en las máquinas, pero en ciertas ocasiones el aumento de la producción genera niveles de ruido mayores aún con máquinas menos ruidosas. En otros, la mejora de las máquinas conlleva un aumento en su emisión sonora. Por ejemplo, para cada duplicar de la

velocidad de máquinas rotatorias el aumento de su emisión sonora se acerca a 7 dB.

La exposición durante 8 horas del día a ruidos por encima de 85-90 dB es potencialmente peligrosa. Al principio el oído es capaz de recuperarse después de unas horas lejos de esos niveles sonoros, pero después de un tiempo (6-12 meses), la recuperación no llega a ser completa y el daño es permanente. Además, la aparición de zumbidos transitorios es un síntoma bastante común en este tipo de personas. Este zumbido debe ser considerado como una advertencia de la exposición excesiva al ruido.

Una directiva de la Unión Europea requiere la mejora en el diseño y la construcción de las máquinas de forma que sus emisiones sonoras sean aminoradas. Las especificaciones de los equipos deben incluir su nivel de emisión sonora, para permitir a compradores potenciales no sólo escoger el equipo menos peligroso sino calcular también el impacto del ruido en lugares de trabajo y para ayudar con la planificación del control del ruido.

Los niveles del ruido pueden disminuir utilizando absorbentes, silenciadores y/o deflectores en la zona donde se ubica el equipo y equipos protectores personales (tapones, orejeras) por parte del trabajador. En situaciones en las que los métodos técnicos son insuficientes, la exposición del ruido puede reducirse situando al trabajador en puestos lejanos a la fuente sonora y limitando el tiempo de estancia en el ambiente ruidoso.

5.4.4.2 Efectos de la exposición prolongada al ruido. Para personas sometidas a ruidos de niveles mayores que 60dB, las reacciones más frecuentes son: aceleración de la respiración y del pulso, aumento de la presión arterial, disminución del peristaltismo digestivo, que ocasiona gastritis o colitis, problemas neuromusculares que ocasionan dolor y falta de coordinación, disminución de la visión nocturna, aumento de la fatiga y dificultad para dormir.

Se ha comprobado que los niños sometidos a ruidos constantes y fuertes poseen unos niveles más elevados de tensión arterial que aquellos que no lo están y que este estado suele continuar con la madurez, posibilitando un mayor índice de enfermedades cardiovasculares.

Numerosos estudios concluyen que un ruido constante por encima de los 55 decibelios produce cambios en el sistema hormonal e inmunitario que conllevan cambios vasculares y nerviosos, como el aumento del ritmo cardíaco y tensión arterial, el empeoramiento de la circulación periférica, el aumento de la glucosa, el colesterol y los niveles de lípidos. Además, repercute en el sueño produciendo insomnio, lo que conducirá a un cansancio general que disminuirá las defensas y posibilitará la aparición de enfermedades infecciosas. (Una exposición constante por encima de los 45 decibelios impide un sueño apacible).

Entre los efectos psicológicos pueden mencionarse estrés, insomnio, irritabilidad, síntomas depresivos, falta de concentración, rendimiento menor en el trabajo, etc. Un grupo de población que sufre mucho estas

consecuencias son los escolares cuya falta de concentración, incluso en las propias casas, hace que tengan un rendimiento escolar más bajo. Existen también efectos sociales adversos como problemas en la comunicación que puede llevar al aislamiento.

5.4.4.3 Disminución Capacidad Auditiva

El diagnóstico de la hipoacusia inducida por ruido se realiza mediante la audiometría. Una audiometría detecta disminución en los umbrales auditivos de las diferentes frecuencias. Sin embargo, últimamente se ha implementado una nueva técnica diagnóstica que permite localizar más específicamente las zonas de daño estructural. Esta técnica no invasiva se basa en la medida de las emisiones otoacústicas generadas por las células ciliadas externas de la cóclea. Para llevar a cabo esta evaluación se inserta una sonda en el conducto auditivo externo que incluye un micrófono para el registro de las emisiones, además de, una o dos fuentes de sonido que emite un estímulo o dos en el caso de los productos de distorsión. El registro de las otoemisiones acústicas analiza exclusivamente la función coclear, aún más, la función de las células ciliadas externa, de allí, que su aplicación se haga cada vez más importante en la práctica audiológica. Estas pruebas se caracterizan por ser objetivas, no invasivas y rápidas en su realización.

Otros aspectos importantes que deben tomarse en cuenta cuando se habla del efecto nocivo del ruido, es la susceptibilidad de cada persona: estudios a largo plazo han demostrado que algunos oídos se dañan con más facilidad que otros. La susceptibilidad individual varía enormemente e incluso pueden existir alteraciones genéticas en la cóclea que contribuyan a ella. Existe además una enorme lista de factores que predisponen a la pérdida auditiva, como el tabaquismo, las enfermedades cardiovasculares, la diabetes, la edad, la combinación con ciertos compuestos químicos, etc. aunque no todos parecen ser decisivos.

5.4.4.4 Efectos del ruido en las aulas escolares

La mayor parte de las investigaciones desarrolladas con el objeto de determinar los efectos de la exposición al ruido se han realizado con población adulta de entornos residenciales expuestos a elevados niveles de ruido. Por el contrario, son escasos los estudios realizados sobre poblaciones que habitan otro tipo de edificios (residencias de ancianos, centros sanitarios, centros educativos...).

Los estudios centrados en el impacto del ruido en la población docente y escolar resaltan el impacto de este contaminante en este tipo de poblaciones, obteniéndose altas correlaciones entre nivel de ruido y molestia individual experimentada por los profesores. Podemos achacar estas altas correlaciones a tres factores: la interferencia provocada por el ruido en la comunicación, la duración de la exposición al ruido y la elevada atención y concentración necesarias en las aulas.

Los estudios realizados con la población escolar, tanto a nivel nacional como internacional, han mostrado que la exposición continuada a elevados niveles

de ruido puede incidir de manera significativa en las aptitudes de atención y discriminación auditiva, así como en determinados aprendizajes y de manera especial en la lectura.

Zuede consultarse la "Guidelines for Community Noise" edited by Birgitta Berglund, Thomas Lindvall, Dietrich H Schwela World Health Organization 1999.

"Noise and its effects: A review on qualitative aspects of sound. Parts I and II", C. Marquis-Fabre, E. Premat, D. Aubrée and M. Vallet Acta Acustica united with Acustica Vol. 91 (2005) pp. 613-642.

Efectos del ruido sobre la salud, Dr. D. Ferran Tolosa Cabaní, Discurso inaugural del Curso Académico 2003 en la Real Academia de Medicina de las Islas Baleares.

Jornada sobre Criterios Acústicos en el diseño de centros docentes, LABEIN, 2001.

5.5 MARCO HISTÓRICO

El desarrollo histórico de la aeronáutica ha venido acompañado de una serie de efectos o consecuencias colaterales, consecuencia no solo de la misma evolución de las aeronaves, sino también el mismo tráfico aéreo, el cual ha tenido un incremento igualmente sustancial. Dentro de estos efectos se destacan los niveles de seguridad en las aeronaves, la polución de gases y el ruido, que en su conjunto conforman una compleja problemática que se ha intentado solucionar con el apoyo del mismo desarrollo tecnológico.

En cuanto al ruido en particular se destaca como en "la década de 1960 es que los aspectos de la polución sonora cobran importancia mundial al comenzar las líneas aéreas el uso de nuevas naves propulsadas por jets. Es en este punto que se generaron los primeros enfrentamientos entre dichas líneas y las poblaciones afectadas ya sea a nivel administrativo y/o legal"⁶³.

63 MOY, Jorge. Ruido de aeropuertos. Estudio del Problema de ruido en el aeropuerto Jorge Chávez, situación actual y propuestas de solución. Tesis para optar al Grado de Magister en física Aplicada. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2002. "Noise and its effects: A review on qualitative aspects of sound. Parts I and II", C. Marquis-Fabre, E. Premat, D. Aubrée and M. Vallet Acta Acustica united with Acustica Vol. 91 (2005) pp. 613-642.

Efectos del ruido sobre la salud, Dr. D. Ferran Tolosa Cabaní, Discurso inaugural del Curso Académico 2003 en la Real Academia de Medicina de las Islas Baleares.

Jornada sobre Criterios Acústicos en el diseño de centros docentes, LABEIN, 2001.

De acuerdo con Moy, es después del final de la Segunda Guerra Mundial que el problema de la contaminación sonora tiene un fuerte impacto en las poblaciones, producto del auge de la aviación por los rendimientos financieros que significaba el traslado eficiente de personas y bienes, lo que condujo a un incremento inusitado de nuevos aviones, cada uno mejorando tecnológicamente los que les precedían. Dentro de este grupo de aviones se destacan los siguientes:

- Comet de la empresa Havilland.
- Boeing 707, 727 Y 737.
- Douglas DC – 8 y DC – 9.

Es pues a finales de la década del sesenta del siglo XX, cuando irrumpen con fuerza los aviones jet, ya que se llegan a construir más de 2.000 aviones, dejando fuera de circulación aquellos propulsados por hélice. Este inusitado incremento es el que provoca que la población ubicada en los alrededores de los aeropuertos sea víctima del incesante y permanente ruido de los vuelos comerciales al momento de decolar o descender a tierra. Al respecto señala Lipovich cómo “Las alteraciones de las operaciones aerocomerciales no se encontraron basadas principalmente en cambios tecnológicos, sino que han sido guiadas por el incremento en la necesidad de desplazamientos por vía aérea y en la aplicación de estrategias en el mercado aerocomercial durante la etapa de consolidación y desarrollo hegemónico de la globalización económica capitalista”⁶⁴.

Este tipo de alteraciones ambientales, generaron reacciones de grupos de acción local que impulsaron procesos legales para minar el impacto del ruido en sus sitios de residencia o trabajo cercanos a los aeropuertos. Consecuencia de ello se logra como efecto la necesidad de que los propietarios de las aeronaves y los aeropuertos obtuvieran una certificación en donde se garantice la disminución del ruido, es decir donde se pueda autenticar que los fabricantes cumplen con las exigencias ambientales relacionadas con el ruido en el caso particular. “Hoy en día toda aeronave civil, independientemente del tipo, forma, tamaño, peso o diseño de propulsión, tiene que satisfacer los requerimientos de ruido de todos los estados que los producen y los países signatarios de la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) 1949, de la Convención de Aviación Civil de Chicago”⁶⁵.

⁶⁴ LIPOVICH, Gustavo. Los casos de movilización social relacionados con la intensificación de los impactos negativos de la relación aeropuerto – ciudad y su incidencia en la planificación aeroportuaria y en la planificación urbana. Tesis para optar al grado de Maestría en Economía Urbana. Buenos Aires: Universidad Torcuato Di Tella. 2010.

⁶⁵ MOY. Óp. Cit., p. 7.

Aparte de este requisito, se establece igualmente la necesidad de complementar dicha certificación con una serie de procedimientos operativos que permitan disminuir aún más el ruido provocado por los motores principalmente.

Este tipo de exigencias legales y técnicas es el que ha permitido el desarrollo de nuevas tecnologías en aeronáutica tendientes a aminorar sustancialmente el ruido de las aeronaves, siendo así un reto para los países en desarrollo en cuanto a que el nivel socioeconómico no permite que se pueda realizar a la par que en los países desarrollados, generando con ello la necesidad de establecer mecanismos que permitan un control ambiental sonoro más exigente, debido a la presencia de aeronaves con altos niveles de contaminación sonora.

Por otro lado, ya en el tema de la gestión ambiental, se logra determinar cómo ésta ha venido de la mano con los procesos de desarrollo industrial y tecnológico en el siglo XIX, que trajeron consigo la ruptura sistemática y descontrolada de los sistemas de equilibrio ambiental que venía teniendo la tierra.

Con ello comenzaron a darse las explicaciones teóricas a los diferentes fenómenos, acompañados usualmente de significativas y crecientes protestas sobre el abuso que la industria y el comercio de bienes y servicios le está dando a determinados recursos, bien por lo limitado de ellos o por el grado de afectación o contaminación que se logra detectar.

Esto generó en la década del 70 la “Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano”⁶⁶, en donde de forma expresa dicen que “la defensa y el mejoramiento del medio humano para las generaciones presentes y futuras se ha convertido en meta imperiosa de la humanidad”⁶⁷. De esta declaración surge el “Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente” (PNUMA), encargado de aunar esfuerzos para asumir los temas ambientales, como desastres y conflictos, para recuperar los ecosistemas perdidos o en riesgo de perderse.

Igualmente, con el creciente deterioro ambiental, causado por el desaforado desarrollo de la producción, la industria y las nuevas tecnologías; sumado a la explosión demográfica que presiona el incremento de bienes y servicios a niveles demasiado altos; provoca un movimiento internacional que propende por un acuerdo que permita

⁶⁶ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE UNEP. Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. [Online]. Washington: autor.
<http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=97&ArticleID=1503&I=en>

⁶⁷ Ibid.

bajar los niveles de contaminación. Esto se hizo evidente con la firma del Protocolo de Kyoto, el cual “fija unos objetivos de obligado cumplimiento para 37 países industrializados y la Comunidad Europeo con el fin de reducir las emisiones de los gases del efecto invernadero, se aprobó en 1997”⁶⁸

⁶⁸ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS ONU. Medio Ambiente. [online].
<http://www.un.org/es/globalissues/environment/index.shtml>

6. TIPO DE INVESTIGACIÓN

6.1 TIPO Y ENFOQUE DE LA INVESTIGACION

El presente proyecto es de tipo cuantitativo ya que se fundamentó en una matriz de datos numéricos que identifican, a través de diagramas y figuras, el comportamiento de todas y cada una de las variables utilizadas en el proceso de investigación y su interrelación, con lo que se permitió llevar a cabo un análisis sistemático de los datos obtenidos en la aplicación del instrumento de investigación⁶⁹.

Monje deja en claro cómo el enfoque cuantitativo es propio del modelo teórico del positivismo, en el que su razón de ser está en plantear que las ciencias son una sola como son las ciencias exactas y naturales, que ha generado como principal efecto trasladar este tipo de metodología a las ciencias sociales pero de forma mecánica: “su propósito es buscar explicación a los fenómenos estableciendo regularidades en los mismos, esto es, hallar leyes generales que expliquen el comportamiento social. Con esta finalidad la ciencia debe valerse exclusivamente de la observación directa, de la comprobación y la experiencia. El conocimiento debe fundarse en el análisis e los hechos reales, de los cuales debe realizar un descripción lo más neutra, lo más objetiva y lo más completa posible”⁷⁰. Además presenta un enfoque propositivo ya que es una propuesta de solución.

Asimismo, en cuanto al tipo de investigación, se plantea que esta es descriptiva, pues permitió establecer una caracterización del ruido, su definición, los índices sonométricos necesarios para evaluar el ruido ambiental proveniente del desplazamiento de las aeronaves por las localidades objeto de estudio, así como la descripción y análisis de las respuestas que dieron los habitantes de las localidades de Fontibón y Engativá. En este sentido se habla de estadística descriptiva, puesto que los datos obtenidos son sistematizados en programas computacionales como el SPSS utilizado para este estudio: “La

⁶⁹ PITA FERNÁNDEZ, S y PÉRTEGAS DÍAZ, S. Investigación Cuantitativa y cualitativa. Coruña: Universidad Juan Canalejo. 2002. Disponible en http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_2/4/2.Pita_Fernandez_y_Pertegas_Diaz.pdf.

⁷⁰ MONJE ÁLVAREZ, Carlos. Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica. [En línea]. Neiva: Universidad Surcolombiana. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Disponible de <https://carmonje.wikispaces.com/file/view/Monje+Carlos+Arturo+-+Gu%C3%ADa+did%C3%A1ctica+Metodolog%C3%ADa+de+la+investigaci%C3%B3n.pdf>.

Estadística Descriptiva es el estudio que incluye la obtención, organización, presentación y descripción de información numérica”⁷¹. Además, la investigación presenta un enfoque descriptivo, pues permitió establecer la caracterización del área de influencia directa (tanto las localidades de Fontibón y Engativá de la ciudad de Bogotá, como del municipio de Funza), así como de los factores determinantes del ruido aeronáutico.

6.2 DISEÑO METODOLÓGICO

El diseño metodológico se desarrolló conforme a las siguientes fases:

Fase 1: Fundamentación del proyecto: El cual incluyó la identificación de la problemática, los objetivos (general y específicos) y el marco de referencia (marco contextual, marco legal, marco teórico, marco conceptual y marco histórico).

Fase 2: Trabajo de campo: correspondiente a la recolección de datos (provenientes del estudio sonométrico como de la aplicación del instrumento de investigación de la encuesta), análisis de la información y diagnóstico.

Fase 3: Propuesta de intervención: Una vez realizado el diagnóstico, se plantea una propuesta alternativa que permita cambiar la realidad observada en el estudio, buscando con ello una solución o intervención, que se debe materializar, por ejemplo, en un plan de manejo del ruido aeronáutico, en un protocolo ambiental o en un manual.

6.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población que hace parte del presente estudio lo comprenden las localidades de Fontibón y Engativá de la ciudad de Bogotá, que corresponde a un total de 1'254.000 habitantes, de los cuales 380.000 son de la localidad de Fontibón⁷², en tanto que 874.000 habitan en Engativá⁷³.

⁷¹ GARCÍA MANCILLA, Hugo y MATUS PARRA, Juan. Estadística descriptiva e inferencial I. México: Colegio de Bachilleres. 2003. Disponible en http://www.conevyt.org.mx/bachillerato/material_bachilleres/cb6/5sempdf/edin1/edin1_f1.pdf.

⁷² SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN. Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos año 2011, Distrito Capital. Localidad # 9 Fontibón. 2011. Disponible en <http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionTomaDecisiones/Estadisticas/Documentos/An%E1lisis/DICE062-MonografiaBogota-31122011.pdf>.

⁷³ SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN. Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos año 2011, Distrito Capital. Localidad # 10 Engativá. 2011. Disponible en <http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionTomaDecisiones/Estadisticas/Documentos/An%E1lisis/DICE062-MonografiaBogota-31122011.pdf>.

Conforme a este universo, el cálculo de la muestra se hizo conforme a la fórmula propuesta por Herrera, propia de las poblaciones finitas⁷⁴:

$$n = \frac{N * t_{\alpha}^2 * p * (1 - p)}{m^2 * (N - 1) + t_{\alpha}^2 * p * (1 - p)}$$

Dónde:

N= Población = 1'254.000 habitantes de las localidades de Fontibón y Engativá.

n= tamaño de la muestra requerido

t=nivel de fiabilidad del 95% (Valor estándar de 1,96)

p= prevalencia estimada del 50% (p=0.05)

m= margen de error de 5% (valor estándar de 0,05)

$$n = \frac{1'254.000 * 1.96^2 * 0.05 * (1 - 0.05)}{0.05^2 * (1'254.000 - 1) + 1.96^2 * 0.05 * (1 - 0.05)}$$

$$n = \frac{1'254.000 * 3.8416 * 0.05 * 0.95}{0,0025 * 1'253.999 + 3.8416 * 0.05 * 0.95}$$

$$n = \frac{228.824,904}{0,0025 * 1'253.999 + 0,182476}$$

$$n = \frac{228.824,904}{3.135 + 0,182476}$$

$$n = \frac{228.824,904}{3135,182476}$$

$$n = 73,9861$$

De la fórmula aplicada se deduce que la muestra a aplicar es de 74 individuos mayores de edad que se escogieron de forma aleatoria de las dos localidades arriba mencionadas, pero que dada la importancia del estudio, se aplicó a un total de 100 personas para dar mayor confiabilidad y validez a los resultados obtenidos.

6.4 INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

En relación con los instrumentos para la colecta de datos, es importante decir que se aplicaron dos principalmente. El primero tiene que ver con la aplicación de una encuesta, la cual se validó inicialmente al aplicarla

⁷⁴ HERRERA, Mario. *Fórmula para cálculo de la muestra poblaciones finitas*. Guatemala: Postgrado de Pediatría Hospital Roosevelt. 2011.
<http://investigacionpediatria.files.wordpress.com/2011/01/formula-para-cc3a1lculo-de-la-muestra-poblaciones-finitas-var-categorica.pdf>

a un grupo de 5 habitantes de la localidad de Engativá. Una vez se aplicó, se verificó que las respuestas atendieran a las variables definidas en la investigación, lo que implicó hacer los ajustes necesarios para su validación. El segundo instrumento definido correspondió a la toma de datos provenientes del sonómetro, de dos puntos definidos previamente del área de influencia directa del Aeropuerto El Dorado. Son dos las fuentes identificadas para la recolección de datos, como fueron la población de Fontibón y Engativá y la utilización de un sonómetro para medir el nivel de ruido en estas localidades. En lo que respecta al sonómetro, las siguientes son las especificaciones o características del equipo:



Marca: Smart Sensor

Modelo: AS824. Digital sound level meter

Serial: 1394467

Resolución: 0,1 dBA

Precisión: +/- 1.5 dBA

Frecuencia de muestreo: dos veces por Segundo.

Rango de Medición: 30 dBA -130 dBA

Respuesta de frecuencia: 31.5 HZ – 8.5 Khz.

Temperatura de funcionamiento: 0-40⁰ C.

Período de muestreo: Se definieron dos puntos de muestreo o estaciones de medición, uno ubicado en la localidad de Fontibón y el otro en la localidad de Engativá, en el que se llevaron a cabo sonometrías continuas y con un número total de 5 réplicas (para la localidad de Fontibón se hizo del 18 al 22 de enero; para la localidad de Engativá se realizó del 25 al 29 de enero)

En la localidad de Fontibón se tomó como lugar de medición el punto R7 establecido por la Aerocivil, en tanto que para la localidad de Engativá el lugar de medición definido fue el punto R8 de la misma

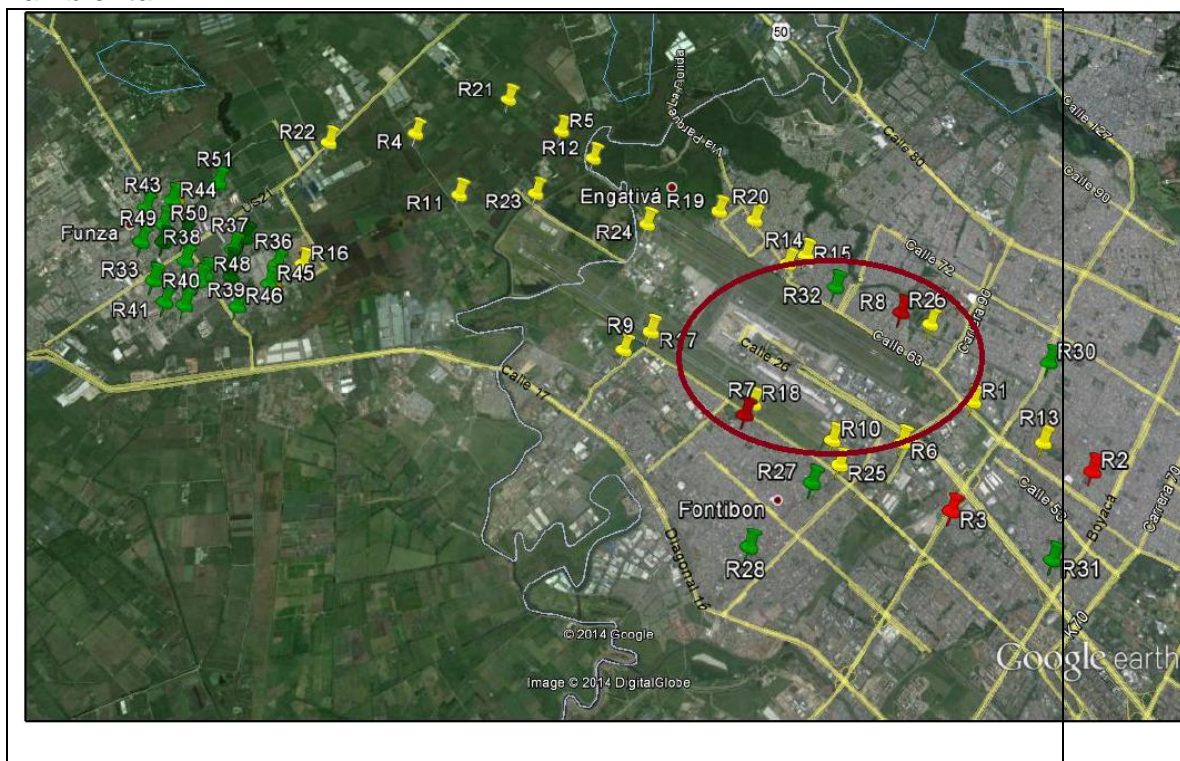
entidad (ver tabla 2 y figura 9). La importancia de estas dos zonas es que se encuentran próximas al aeropuerto, en donde existe una influencia directa del mismo, representada en la aproximación y despegue de aeronaves del Aeropuerto El Dorado. No obstante, se debe aclarar que estas mediciones de ruido aeronáutico tienen sus limitaciones, luego no se pueden catalogar como “puras”, ya que al ser tomadas en lugares externos, se tiene afectación por el entorno ambiental, caracterizado en la mayoría de casos por el flujo de vehículos que generan ruido, sobre todo de los provenientes de avenidas o vías principales.

Tabla 2. Ubicación geográfica de las estaciones para los monitoreos de ruido.

Punto	Coordenadas Norte y Oeste		Ubicación	Municipio
R2	4°40'41.13"	74°06'19.53"	Cra 74 # 63 F- 14.	Bogotá – Localidad Engativá
R3	4°40'27.75"	74°07'19.68"	Calle 25 B # 85c -64.	Bogotá – Localidad Fontibón
R7	4°41'14.7"	74°08'40.59"	Carrera 112 # 23B - 16 Fontibón.	Bogotá – Localidad Fontibón
R8	4°41'52.39"	74°07'29.11"	Carrera 105 # 65-04.	Bogotá – Localidad Engativá

Fuente: AEROCIVIL. Estudio de impacto ambiental. Op. cit., p. 335.
p. 145

Figura 9. Ubicación geográfica de los puntos de medición de ruido ambiental.



Fuente: AEROCIVIL. Estudio de impacto ambiental. Op. cit., p. 335.

7. TRABAJO DE CAMPO

8.

Para realizar la fase de campo se consideraron los siguientes aspectos:

7.1 COLECTA DE DATOS

Para la colecta de datos se debe precisar que para el estudio sonométrico definieron dos puntos de muestreo o estaciones de medición, uno ubicado en la localidad de Fontibón y el otro en la localidad de Engativá, en el que se llevaron a cabo sonometrías continuas y con un número total de 5 réplicas (para la localidad de Fontibón se hizo del 18 al 22 de enero; para la localidad de Engativá se realizó del 25 al 29 de enero)

En la localidad de Fontibón se tomó como lugar de medición el punto R7 establecido por la Aerocivil, en tanto que para la localidad de Engativá el lugar de medición definido fue el punto R8 de la misma entidad (ver tabla 2 y figura 9).

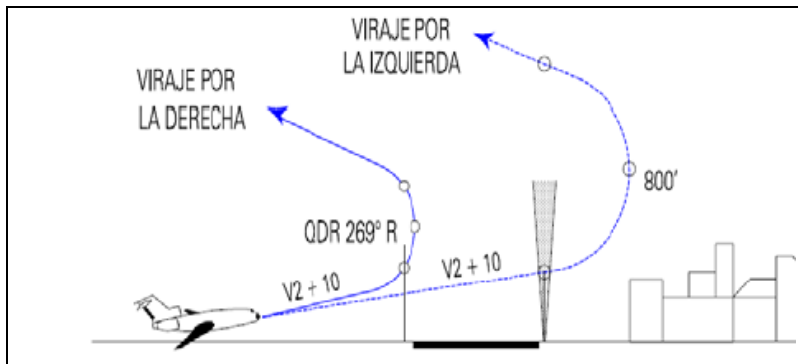
Tabla 3. Estadística de mediciones con el sonómetro 18 al 29 de enero 2016.

CICLO	PUNTO	Leq (dB (A))	Lmin (dB (A))	Lmax (dB (A))	L90 (dB (A))
		Noche	Noche	Noche	Noche
1	R7	61,8	47,9	75,7	48,9
	R8	60,2	43,6	73,8	25,1
2	R7	58,8	49,7	79,4	47,0
	R8	57,9	46,4	71,5	50,1
3	R7	57,9	51,7	75,3	46,5
	R8	58,2	50,6	74,4	46,9
4	R7	62,9	55,2	81,9	40,5
	R8	57,4	52,3	79,3	46,6
5	R7	64,5	56,4	77,6	48,4
	R8	59,5	52,9	79,3	56,1

Fuente: elaboración propia

De otro lado, para la aplicación de las encuestas, vale decir que estas se realizaron en dos momentos. La primera el día 22 de enero en la localidad de Fontibón, y la segunda el 29 de enero en la localidad de Engativá, procurando con ello que la información reportada coincidiera con las fechas en que se tomaron los estudios sonométricos.

En esa línea, los procedimientos de atenuación del ruido, específicamente para los despegues, se habla del relacionado con la reducción de la potencia a una altitud mínima que ha sido predefinida, acompañado de retardar el repliegue de los flaps/aletas de ranura hasta que se llegue a la altitud máxima prescrita (ver figura Figura 10. Procedimientos de atenuación de ruido del Aeropuerto El Dorado en pista 13L/R



Fuente: AEROCIVIL. Op. cit., p. 42.

La velocidad de ascenso hasta el punto de iniciación de la atenuación del ruido no será inferior a V_2 más 20 KM/H (10 KT).

Viraje por la izquierda: Al llegar a una altitud de 800 FT AGL o el marcador R iniciar el viraje, ajustar y mantener la potencia / empuje de los motores a potencia de ascenso. Mantener una velocidad de ascenso de V_2 más 10 KT con flaps y aletas de ranura en configuración de despegue.

Viraje por la derecha: Mantener rumbo de pista hasta QDR 269° R e iniciar el viraje, al llegar a una altitud de 800 FT AGL ajustar y mantener la potencia / empuje de los motores de conformidad con el programa de potencia / empuje para atenuación del ruido previsto en el manual de operaciones de la aeronave. Mantener una velocidad de ascenso de V_2 más 10 KT con flaps y aletas de ranura en configuración de despegue⁷⁵.

De otro lado, de acuerdo con ANLA, el Aeropuerto El Dorado cuenta también con un manual de abatimiento del ruido para el manejo de operaciones en tierra: “jarillones de tierras y una pantalla acústica (pista sur) que sirven de barrera entre las actividades aeroportuarias y las comunidades colindantes con el aeropuerto, y el recinto de prueba de motores único en América del Sur”⁷⁶.

En la misma Resolución, la ANLA estableció igualmente que la ampliación de la ventana operacional del Aeropuerto El Dorado implicaría, en condiciones de operación normal, un impacto específico

⁷⁵ Ibid., p. 42.

⁷⁶ ANLA. Resolución

en las localidades de Fontibón y Engativá de Bogotá y en el municipio de Funza⁷⁷.

7.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para el análisis de resultados, producto de la aplicación de los instrumentos de investigación, se procede inicialmente con el estudio sonométrico, para continuar después con lo arrojado por las encuestadas realizadas. En consecuencia, para el análisis del ruido ambiental en las zonas periféricas del aeropuerto El Dorado, particularmente las localidades de Fontibón y Engativá, se localizaron 2 puntos de muestreo (ver figura 9) uno para cada una de estas localidades, de forma que se puedan diseñar procesos geo estadísticos descriptivos que den respuesta a la pregunta que orienta la presente investigación. Ahora, dadas las limitaciones del estudio, se debe aclarar que estas mediciones no se hicieron de forma simultánea, luego los resultados hay que comprenderlos exclusivamente para cada una de las localidades y no para una interpretación sobre la propagación del ruido en el AID del aeropuerto en mención.

Se debe recordar igualmente que se llevaron a cabo sonometrías continuas, con un número total de 5 réplicas (para la localidad de Fontibón se hizo del 18 al 22 de enero de 2016; para la localidad de Engativá se realizó del 25 al 29 de enero de 2016). Ahora, en concordancia con la Resolución 627 de 2006, estos puntos de evaluación, ubicados en las zonas perimetrales del aeropuerto, se hicieron a 4 metros de altura, lo que permitió la comparación de los resultados por la misma ausencia de obstáculos.

Para la recopilación de los datos se tomó el horario nocturno, es decir entre las 21:01 y las 7:00 am, que corresponde a los horarios establecidos por la Resolución 627 de 2006. Estos datos recolectados se hicieron de forma continua, luego ello permite garantizar el nivel de confiabilidad y representatividad de la información recaudada. Asimismo, para tener una mayor claridad sobre los datos recaudados, en la tabla 4 se muestra el número de vuelos reportados por el Aeropuerto El Dorado en los períodos mencionados, los cuales sirven de punto de referencia a los datos obtenidos del estudio sonométrico

⁷⁷ Ibid., p. 50.

Tabla 4. Estadísticas de vuelos Aeropuerto El Dorado del 18 al 29 de enero 2016

Fecha	Aterrizajes	Despegues	Total
18 enero	407	405	812
19 enero	411	403	814
20 enero	400	411	811
21 enero	412	409	821
22 enero	407	409	816
23 enero	384	381	765
24 enero	353	356	709
25 enero	405	408	813
26 enero	379	377	756
27 enero	423	421	844
28 enero	410	415	825
29 enero	418	421	839

Fuente: AEROPUERTO EL DORADO. Estadísticas primer trimestre 2016. Bogotá: autor. Disponible en <http://eldorado.aero/sobre-el-aeropuerto/estadisticas-y-graficas/>.

De las estadísticas reportadas en la tabla 4, se establece que el promedio de llegadas como de salidas es similar, pues en aterrizajes es de 400,75, mientras que en despegues es de 401,33. Asimismo, el promedio total de vuelos diarios es de 802,08.

De otro lado, para la comprensión de los datos que se presentan a continuación, se utilizaron los siguientes estadísticos:

Max: tiene que ver con el ruido máximo tomado con el sonómetro;

Min: ruido mínimo registrado por el sonómetro;

LEQ: señala el nivel sonoro continuo equivalente o promediado en el tiempo y con una localización específica y que se expresa en dBA;

LDN: corresponde a la media ponderada para el período de noche, que bien se entiende tiene una penalización de 10 dBA en los casos de mayor presencia de ruido aeronáutico.

Definidos los estadísticos, en la tabla 5 y en la figura 10 se muestran los resultados de las mediciones elaboradas con el sonómetro, en el que se indican el promedio por día, así como los máximos y mínimos identificados.

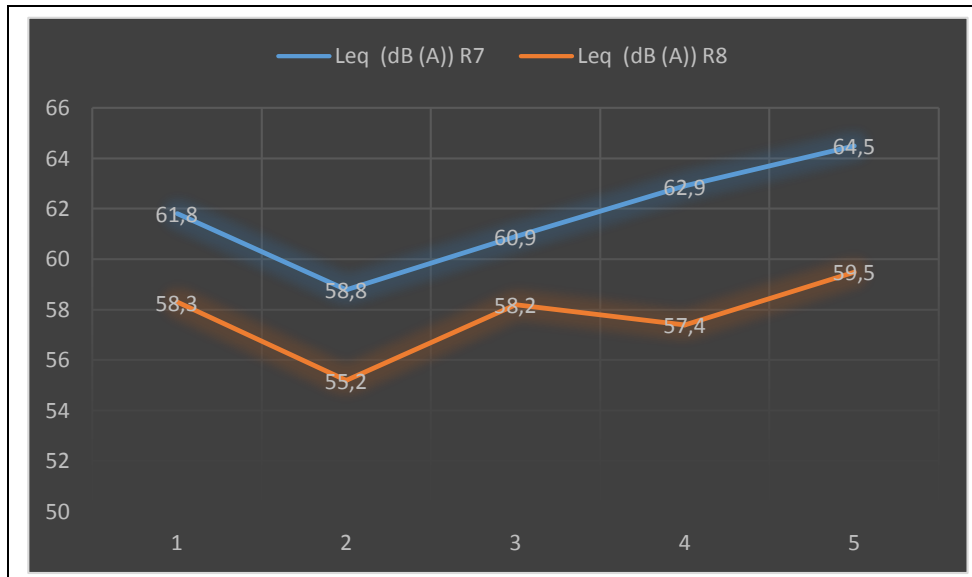
Tabla 5. Estadística de mediciones con el sonómetro 18 al 29 de enero 2016.

CICLO	PUNTO	Leq (dB (A))	Lmin (dB (A))	Lmax (dB (A))	L90 (dB (A))
		Noche	Noche	Noche	Noche
1	R7	61,8	47,9	75,7	48,9
	R8	60,2	43,6	73,8	25,1
2	R7	58,8	49,7	79,4	47,0
	R8	57,9	46,4	71,5	50,1
3	R7	57,9	51,7	75,3	46,5
	R8	58,2	50,6	74,4	46,9
4	R7	62,9	55,2	81,9	40,5
	R8	57,4	52,3	79,3	46,6
5	R7	64,5	56,4	77,6	48,4
	R8	59,5	52,9	79,3	56,1

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a lo señalado anteriormente, los puntos de muestreo, por su cercanía con las pistas sur y norte, pueden reproducir de manera conveniente las medidas de operación, lo que implica que estos resultados tienen la confiabilidad necesaria para ser valorados como parte de la discusión frente al manejo del ruido aeronáutico en el aeropuerto El Dorado.

Figura 11. Estadístico Leq dBA para los puntos de medición sonométrico.



No obstante, es de recordar que estos sonidos no son 100% de las aeronaves, pues el sonómetro también capta el ruido que se genera al interior de las viviendas, como son los equipos de sonido, los televisores en alto volumen y los negocios relacionados con la música, como son las discotecas, clubes privados, etc., cuya actividad principal se desarrolla en las horas de la noche, logrando coincidir e incidir con la actividad investigativa desplegada, situación que es normal en este tipo de mediciones: “Adicional a la posible influencia sonora que tienen las operaciones aeronáuticas y aeroportuarias, se identificó otro tipo de fuentes propio del entorno de cada una de las estaciones monitoreadas. Dentro de las fuentes identificadas se encuentra el flujo de vehículos livianos y pesados que funcionan continuamente incluso en horario nocturno: talleres, establecimientos comerciales y viviendas, sistemas de ventilación, industrias y los animales silvestres/domésticos del sector”⁷⁸.

Estos valores, tal como se observa, superan ampliamente las medidas máximas establecidas por el régimen legal colombiano, presentándose casos en los cuales esta es superior casi en 15 dBA, lo que es sin duda un dato preocupante, ya que coincide con otros estudios que muestran igual coincidencia en los resultados, como es el caso del trabajo realizado por Aerocivil en 2014, ya referenciado anteriormente.

⁷⁸ AEROCIVIL. 2014. Óp. cit., p. 190.

Los datos también llevan a afirmar que Fontibón y Engativá tienen un alto nivel de contaminación sonora producto de las actividades aeronáuticas en el horario nocturno, que si bien propenden por no pasar por la ciudad, sí lo hacen al momento del despegue o del aterrizaje, pues tal como se observa en la figura 9, las dos pistas se encuentran colindando con barrios de alta densidad poblacional como son Jericó, la Selva Dorada, El Refugio y El Ruby en Fontibón; y Villa del Rosario, El Muelle Y La Rivera en la localidad de Engativá. La principal característica es que estos barrios, por estar colindando con las dos pistas, tienen un gran impacto ambiental provocado por el ruido de las aeronaves, lo que sin duda va en contravía de las disposiciones legales, pues estas zonas superan ampliamente el nivel de 50 dBA como máximo permitido, pero siempre teniendo en cuenta lo señalado por el informe de Aerocivil en el año 2014 “Lo anterior indica que si bien, las operaciones de las aeronaves son una fuente importante y que hacen parte del ruido ambiental del AID del aeropuerto, no son determinantes para generar un incremento o un decremento en los niveles de presión sonora. Hay un ruido de fondo importante que se mantiene, independiente del número de vuelos operando”⁷⁹.

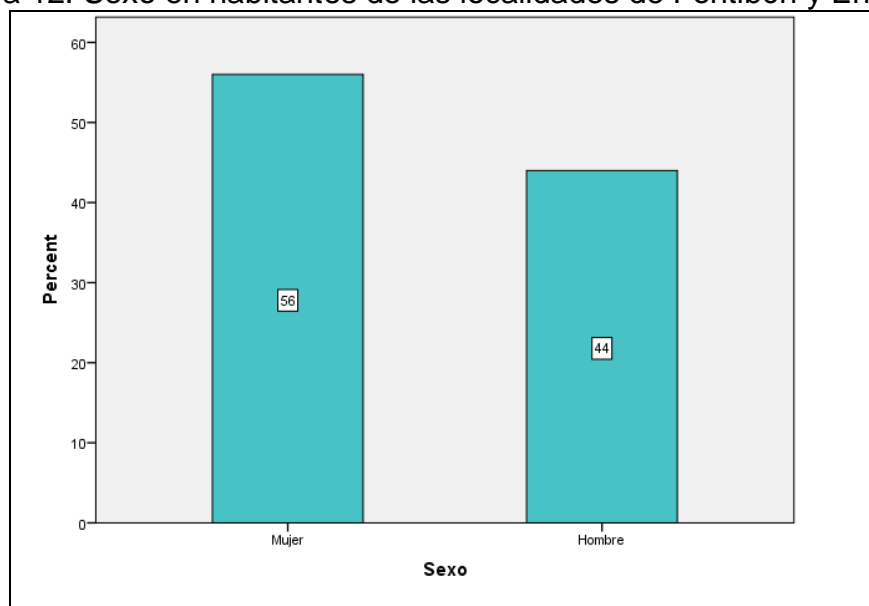
Ahora, se debe advertir también que estos resultados obedecen a muestras aplicadas en zonas externas a las viviendas, luego, en principio no se sabría hasta qué punto puede estar afectando al interior de los hogares, pues ello depende si se encuentran o no insonorizadas las edificaciones, de ahí la importancia de aplicar una encuesta que permitiera identificar la percepción que tienen los habitantes de estas zonas del AID del aeropuerto El Dorado, tal como se presentan a continuación.

Inicialmente, la figura 11 muestra que del total de las personas encuestadas, el 56% son mujeres, mientras el 44% son hombres, situación que en cierta forma puede ser predecible, tal como lo afirma Vargas, quien subraya cómo las mujeres son parte esencial de la cohesión social en los barrios, ya que ellas conforman o hacen parte de las relaciones de vecindad⁸⁰.

⁷⁹ Ibid., p. 190.

⁸⁰ VARGAS, Tahira. La mujer y su rol de cohesión social en los barrios. [En línea]. Bogotá: Participación ciudadana. 2014. Disponible en http://www.pciudadana.org/detalle/opinion/la_mujer_y_su_rol_de_cohesi%C3%B3n_social_en_los_barrios-1653.

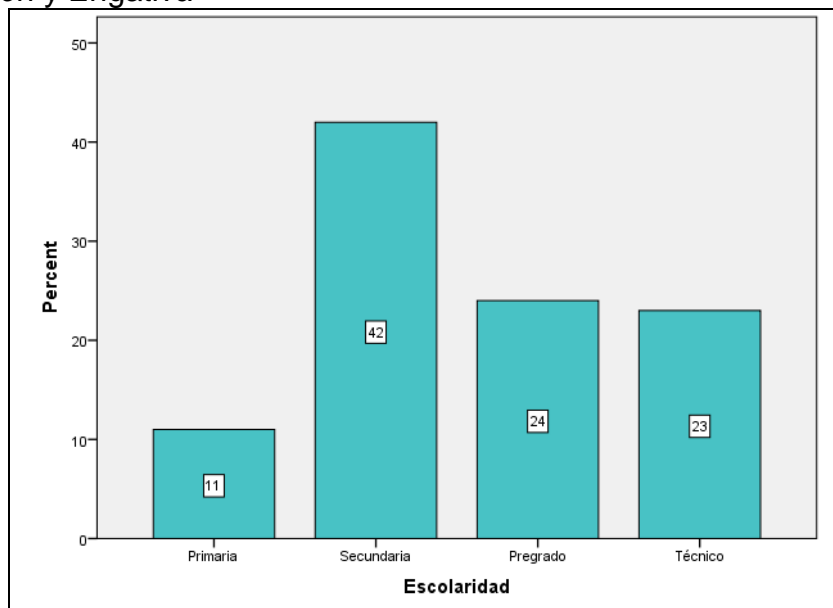
Figura 12. Sexo en habitantes de las localidades de Fontibón y Engativá



Ya frente al nivel de escolaridad, en la figura 12 muestra que la situación de la mayoría de los encuestados no es la mejor, pues apenas el 24% tienen estudios de pregrado y un 23% con estudios técnicos, presentándose un alto porcentaje de personas que culminaron la secundaria (44%) pero sin continuar estudios. Esto se observa, por ejemplo, en el informe presentado por la Universidad Distrital, en el que se afirma que la imposibilidad de acceder a la educación superior obedece principalmente a la falta de recursos y una baja oferta de cupos de las universidades públicas⁸¹. Conforme lo subraya este estudio, la falta de conocimientos y acceso a mejores niveles formación, generan limitaciones en las personas a la hora de exigir sus derechos, pues no tienen las herramientas suficientes para conocer los problemas y cómo tratarlos, situación que es posible que se presente frente a la contaminación acústica, ya que este ha sido un problema que no ha sido resuelto en lo que lleva de tiempo de existencia el aeropuerto de El Dorado.

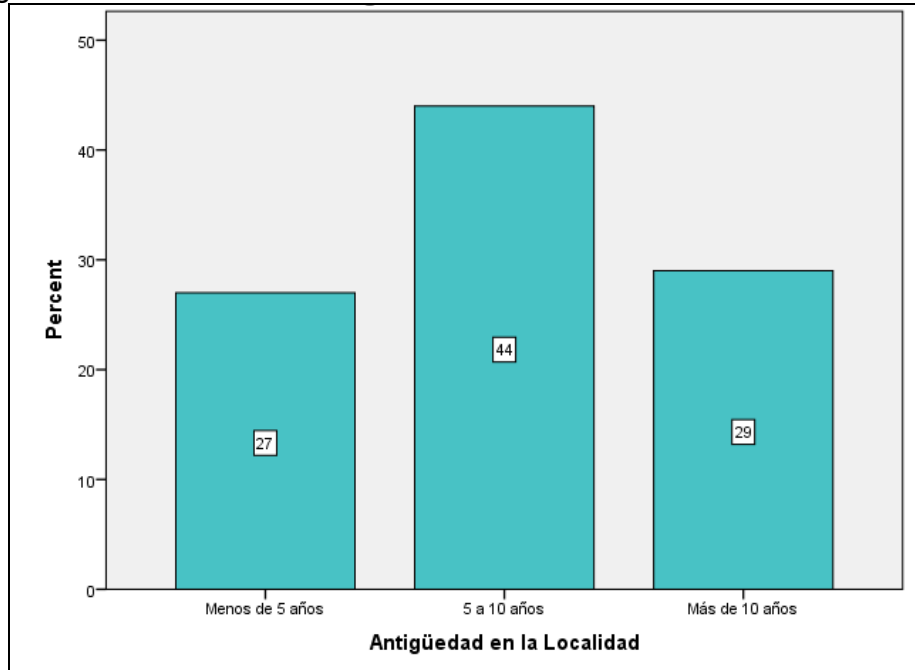
⁸¹ UNIVERSIDAD DISTRITAL. Proyecto Universidad Distrital para Bogotá. [En línea]. Bogotá: autor. 2014. Disponible en <http://www.udistrital.edu.co:8080/documents/11171/3461798/PROYECTO+DISTRITAL+20082014.pdf>.

Figura 13. Nivel de escolaridad en habitantes de las localidades de Fontibón y Engativá



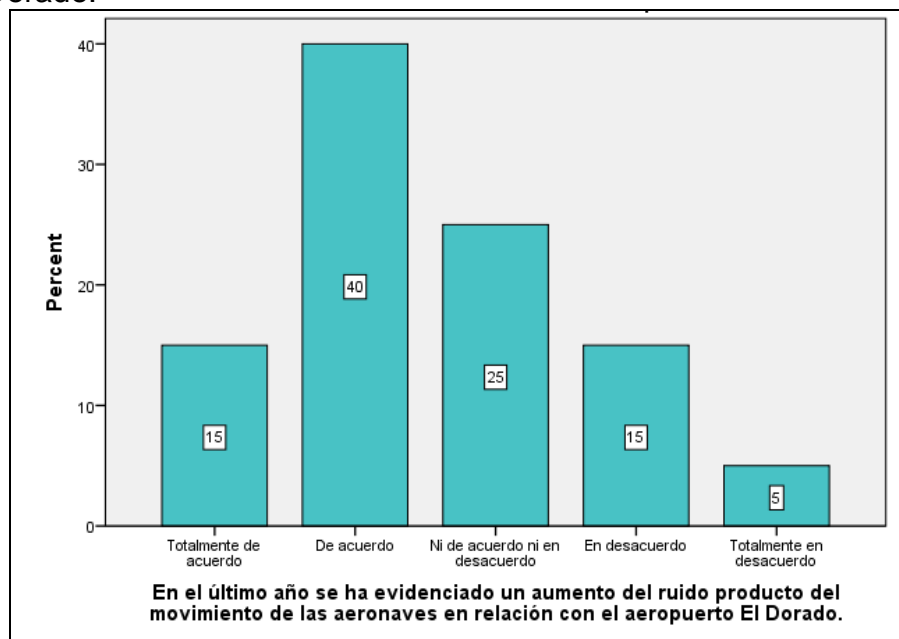
De igual forma, en lo que corresponde a la antigüedad en el sector, vale resaltar que la mayoría de los habitantes tienen más de 5 años de estar viviendo en la zona, pues el 44% dice tener entre 5 y 10 años, seguido de un 29% que lleva más de 10 años, lo que permite identificar la existencia de una población estable que vive a diario los problemas referidos a la contaminación acústica.

Figura 14. Antigüedad de residencia en las localidades de Fontibón y Engativá



Entrando ya en materia de las variables de investigación, específicamente a la variable de contaminación acústica Aeropuerto El Dorado, frente a la pregunta si se ha evidenciado un aumento del ruido como consecuencia del movimiento de aeronaves en dicho aeropuerto, la figura 14 muestra que más del 50% de los encuestados dicen que sí, en contraposición con un 20% que manifiesta lo contrario. Finalmente, existe un 25% que no logra relacionar el tema del ruido con el aeropuerto. Estos resultados suponen sin embargo, que existe un significativo número de personas que ven afectada su salud producto del crecimiento en la contaminación aeronáutica por causa del movimiento de las aeronaves.

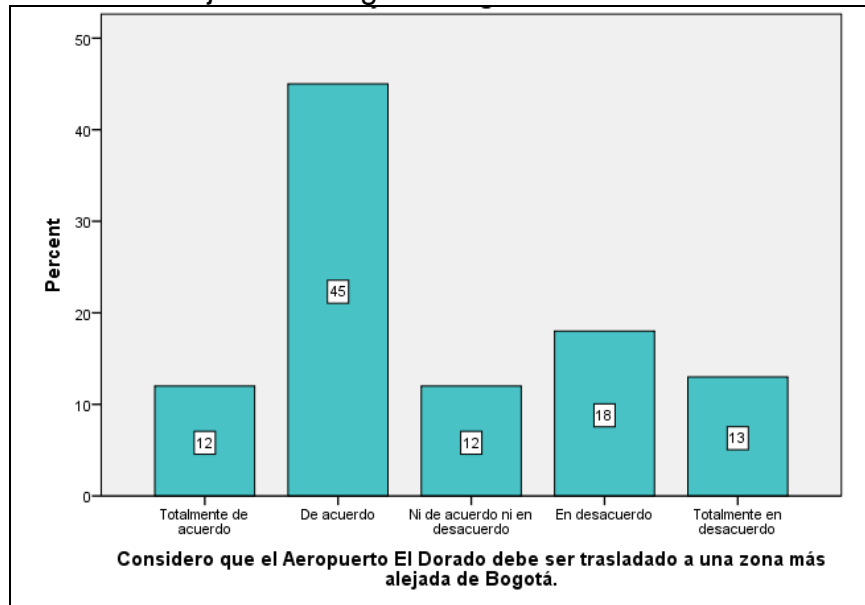
Figura 15. En el último año se ha evidenciado un aumento del ruido producto del movimiento de las aeronaves en relación con el aeropuerto El Dorado.



En coherencia con la anterior pregunta, en la figura 15, relativo a si considera que el aeropuerto deba ser trasladado de su sitio actual, un 57% considera que sí, luego se puede percibir que existe una posición que no ve soluciones frente a la problemática del ruido. No obstante, para un significativo 31% de los encuestados el problema no llega al extremo de mover el aeropuerto, en tanto que un 12% no se pronunció al respecto, ni a favor, ni en contra. Estos resultados coinciden con la necesidad que tiene el Estado de construir un nuevo aeropuerto, ya que las estadísticas apuntan en señalar que en cinco años se llegará a la cifra de 40 millones de viajeros⁸², que no alcanza a cubrir El Dorado, ya que el problema no es únicamente en relación con el espacio disponible, sino con el indudable incremento en el ruido aeronáutico.

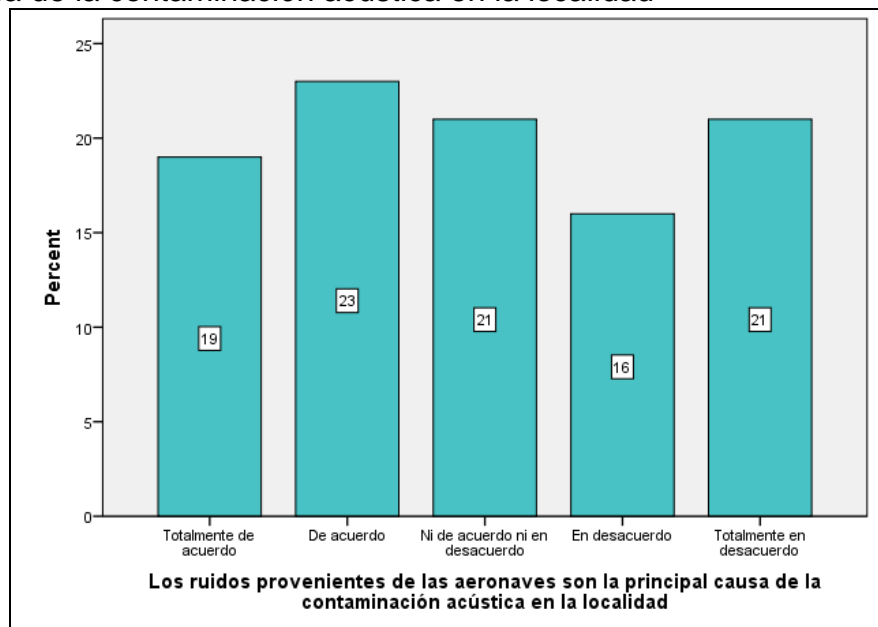
⁸² COLOMBIA. DIARIO SEMANA. Se construirá un segundo aeropuerto para Bogotá. [En línea]. Bogotá: autor. Disponible en <http://www.semana.com/nacion/articulo/se-construira-un-segundo-aeropuerto-para-bogota/415655-3>.

Figura 16. Considero que el Aeropuerto El Dorado debe ser trasladado a una zona más alejada de Bogotá.



Continuando, al preguntarse si los ruidos provenientes de las aeronaves son las posibles causales de contaminación acústica en las AID, la respuesta no presenta un consenso por parte de los encuestados, ya que mientras el 42% opina que sí, un 37% cree lo contrario. Asimismo, se presenta un significativo 21% que no está en desacuerdo o de acuerdo con esta causal, situación que puede obedecer al desconocimiento técnico que se tiene frente a los motores. Ahora, esta falta de consenso también puede obedecer a la existencia de otras fuentes de ruido que ayudan a incrementar el nivel de contaminación acústica. No obstante, para la Aerocivil, el tema de los motores no puede ser tomado como un efecto generador de ruido ambiental en su totalidad para las AID, puesto que en 30 años la flota de aviones ha venido mejorando este aspecto, haciendo aviones con menores niveles de ruido.

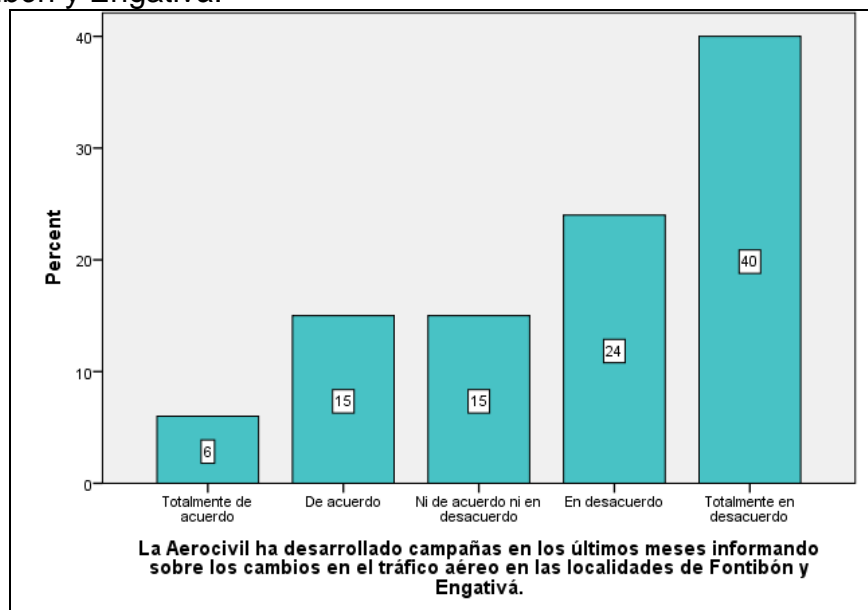
Figura 17. Los ruidos provenientes de las aeronaves son la principal causa de la contaminación acústica en la localidad



En síntesis, frente a la variable de contaminación acústica, se puede llegar a afirmar que si bien no existe un consenso consolidado que identifique como su principal causal el tema de las aeronaves, sí existe aproximadamente un 50% de la población encuestada que considera el Aeropuerto El Dorado como una actividad industrial que afecta sensiblemente la salud en las AID.

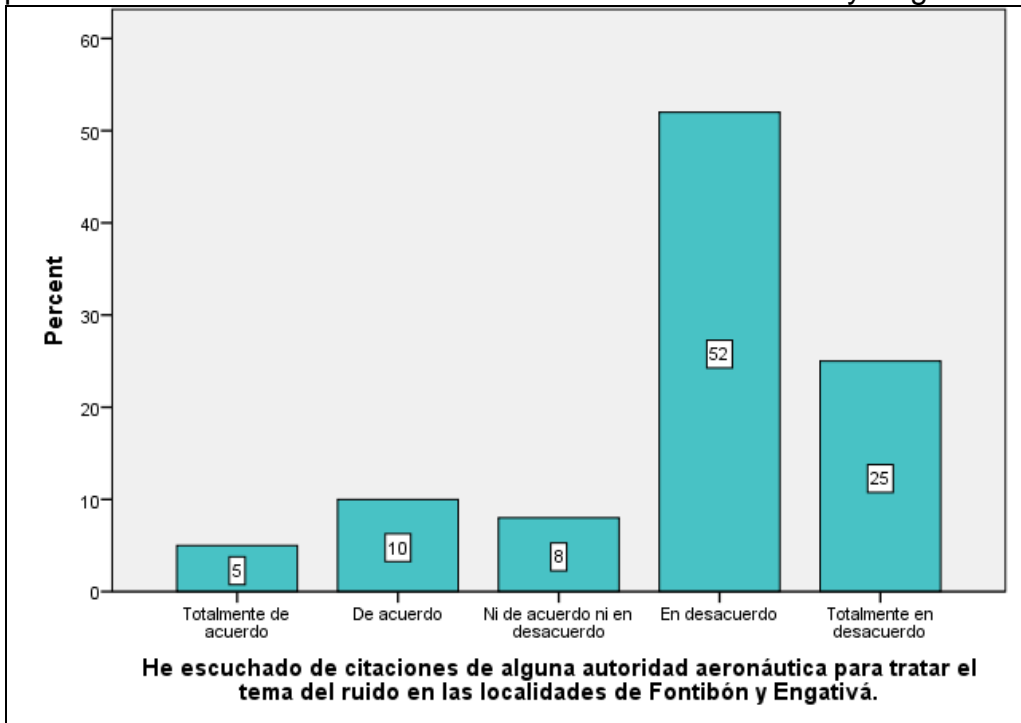
De otro lado, al analizar la variable de responsabilidad de los diversos actores relacionados con las actividades aeroportuarias en materia del ruido aeronáutico, ante la pregunta si la Aerocivil ha desarrollado campañas en el último tiempo informando sobre los cambios que van a operar en el tráfico aéreo del Aeropuerto El Dorado en las localidades de Fontibón y Engativá, la respuesta señala que el 64% de los encuestados considera que no lo ha hecho, mientras que apenas un 21% dice que sí (ver figura 17). Esto pone en evidencia la necesidad de que Aerocivil desarrolle estrategias más activas en la población para dar a conocer las decisiones tomadas, en este caso por el ANLA, respecto a la apertura de la ventana operacional.

Figura 18. La Aerocivil ha desarrollado campañas en los últimos meses informando sobre los cambios en el tráfico aéreo en las localidades de Fontibón y Engativá.



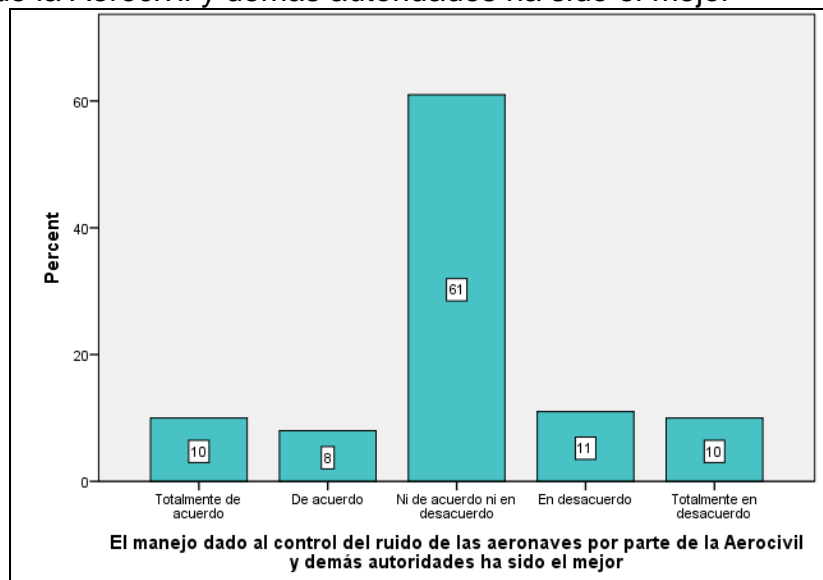
Igualmente, ante la pregunta si ha escuchado citaciones de alguna autoridad aeronáutica para tratar el tema del ruido en las localidades ya mencionadas, la respuesta coincide con la anterior, ya que un 77% considera que no se ha hecho, mientras que apenas 15% dice que sí. Aquí es importante señalar la indudable responsabilidad que tiene Aerocivil por llevar a cabo investigaciones de campo que recojan no sólo las inquietudes de las comunidades, sino que apliquen los correctivos necesarios, ya que esto puede devenir en marchas y protestas ciudadanas que afectan sin duda los proyectos establecidos en el Aeropuerto El Dorado (ver figura 18).

Figura 19. He escuchado de citaciones de alguna autoridad aeronáutica para tratar el tema del ruido en las localidades de Fontibón y Engativá.



Profundizando, ante la pregunta si el manejo dado al control del ruido de las aeronaves por parte de Aerocivil y demás autoridades ha sido el mejor, la respuesta muestra que el 61% de los encuestados no están de acuerdo ni en desacuerdo, lo que es válido, en la medida que estos no conocen o han tratado el tema desde un punto de vista técnico, sino más bien de percepción, aun cuando se debe decir que esto hace parte también de la falta de información y comunicación entre las autoridades aeronáuticas y la población, que sigue esperando tener una mayor participación en las decisiones que les atañe, ya que el incremento de la ventana operacional va a implicar mayores niveles de contaminación acústica para estas zonas cercanas al aeropuerto (ver figura 19).

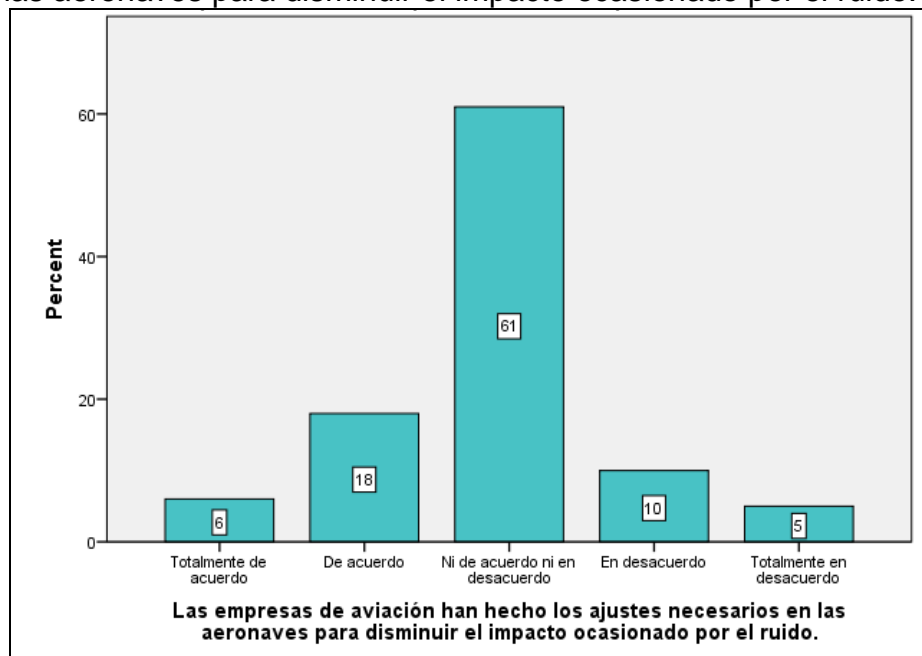
Figura 20. El manejo dado al control del ruido de las aeronaves por parte de la Aerocivil y demás autoridades ha sido el mejor



Ahora, frente a la pregunta si las empresas de aviación han hecho los ajustes necesarios en las aeronaves para disminuir el impacto ambiental ocasionado por el nivel de ruido, la respuesta es similar a la anterior, en tanto al considerarse como una información técnica adicional, que debe ser compartida por las autoridades en todos los niveles, no ven una respuesta negativa o positiva.

Esto se evidencia en que un 61% no está de acuerdo ni en desacuerdo, lo que es significativo de dicho desconocimiento técnico por parte de la población, pues apenas el 24% considera que sí lo han hecho, mientras que un 15 dice que no (ver figura 20). En síntesis, la variable de responsabilidad de las autoridades aeronáuticas muestra que éstas no han enfocado sus esfuerzos en socializar las diversas medidas y acciones tomadas en los últimos años y que afectan de forma profunda el quehacer y cotidianeidad de estas comunidades que se ven profundamente afectadas por las operaciones aeronáuticas en el sector.

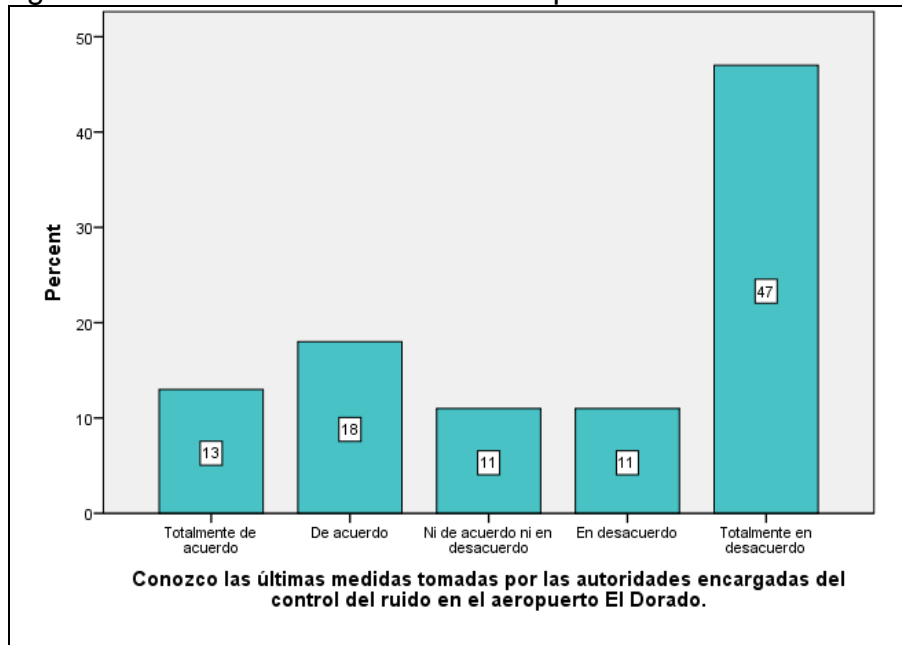
Figura 21. Las empresas de aviación han hecho los ajustes necesarios en las aeronaves para disminuir el impacto ocasionado por el ruido.



Finalmente, al tratar la variable de conocimiento y tratamiento legal y técnico del ruido en aeronaves, ante la pregunta si conocen las últimas medidas adoptadas por las autoridades encargadas del control del ruido en el aeropuerto El Dorado de Bogotá, el 58% dice desconocerlas, seguido de un 31% que afirma sí conocerlas, luego es claro que existe un alto nivel de la población que no logra informarse sobre tales decisiones (ver figura 21).

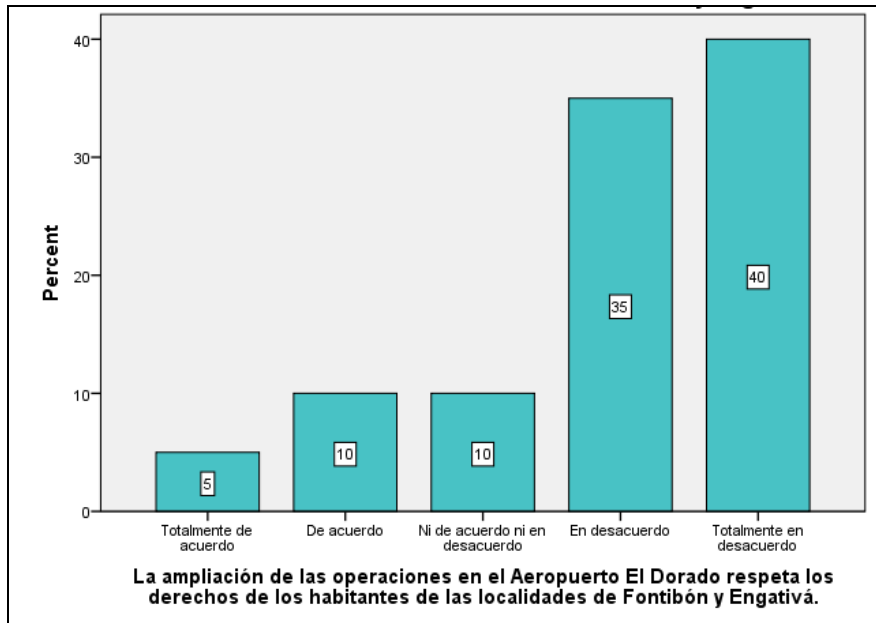
No obstante, el ANLA, en la resolución 1034 de 2015 que concede la apertura de la ventana operacional, afirma que la participación ciudadana fue una de las garantías que tomaron en cuenta: “desde el inicio del trámite para la modificación de la Licencia Ambiental otorgada a la Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil – Aerocivil, (...) esta autoridad ha garantizado la participación de la comunidad, mediante la correspondiente publicación del auto de inicio del trámite en la gaceta ambiental de la Entidad”.

Figura 22. Conozco las últimas medidas tomadas por las autoridades encargadas del control del ruido en el aeropuerto El Dorado.



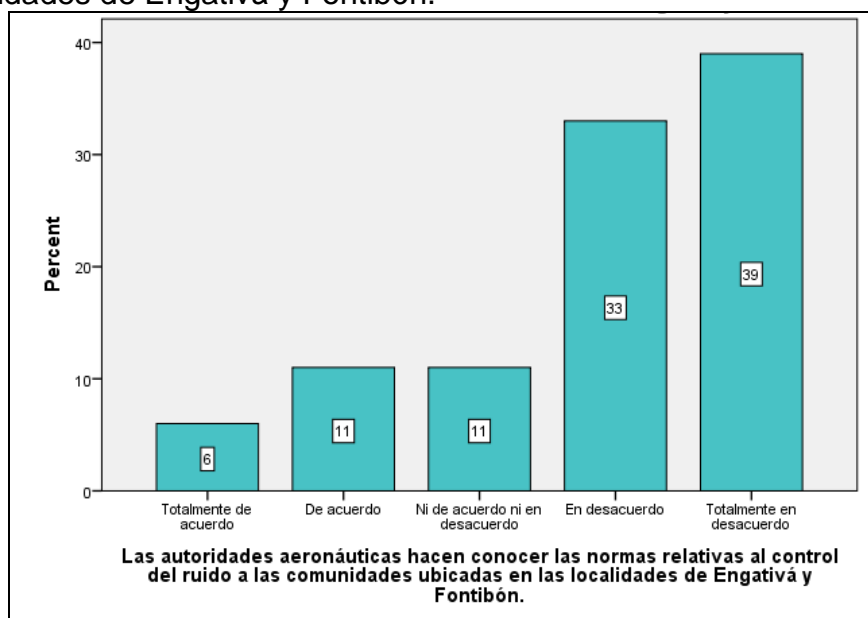
Continuando, ante la pregunta si la ampliación de las operaciones en el aeropuerto El Dorado respeta los derechos de los habitantes de las localidades de Fontibón y Engativá, los resultados muestran que el 75% de los encuestados se sienten vulnerados en sus derechos, mientras que un 15% considera que sí se los respetan. Conforme a estos resultados, se puede plantear que existe una brecha muy fuerte entre las comunidades que se encuentran en el AID y las respectivas autoridades aeronáuticas y ambientales, generando así una indisposición a las medidas tomadas por el ANLA o Aerocivil, que si bien pueden estar bien direccionadas, los datos reportados en materia de ruido aeronáutico no ayudan ya que esta situación es persistente, pues si bien bajó el nivel de ruido al mejorar las condiciones técnicas de los motores, el incremento en la cantidad de aviones genera una mayor percepción de contaminación acústica (ver figura 22).

Figura 23. La ampliación de las operaciones en el Aeropuerto El Dorado respeta los derechos de los habitantes de las localidades de Fontibón y Engativá.



Por último, al preguntarse si las autoridades aeronáuticas hacen conocer las normas relativas al control del ruido a las comunidades ubicadas en el AID del aeropuerto El Dorado, las respuestas también indican un notable inconformismo, ya que el 72% considera que no es así, mientras que apenas un 17% considera que sí (ver figura 23). Esta respuesta se une a las anteriores, en las cuales se muestra un inconformismo permanente en la forma como son tratadas las comunidades de Fontibón y Engativá, directamente afectadas por el ruido aeronáutico.

Figura 24. Las autoridades aeronáuticas hacen conocer las normas relativas al control del ruido a las comunidades ubicadas en las localidades de Engativá y Fontibón.



En resumen, los resultados muestran la existencia de una brecha entre las comunidades y las autoridades aeronáuticas y ambientales, que se ve reflejada no sólo en el desconocimiento de las normas relativas al manejo del ruido aeronáutico, sino de la percepción de aislamiento y exclusión de que son víctimas sus habitantes, pues no existen unos canales idóneos para afrontar cambios sustanciales en las operaciones, tal como sucede actualmente con la apertura de la ventana operacional en el aeropuerto El Dorado, el cual deja abierta la posibilidad de un incremento en el ruido en las horas de la noche y madrugada.

Es de precisar que el análisis de los resultados obtenidos se elaboró conforme a la Resolución 627 de 2006⁸³, es decir que se tuvo en cuenta esta normativa para llegar a las respectivas conclusiones del estudio.

De otro lado, para la recolección de datos en la población del área de influencia directa se aplicó como instrumento de investigación una encuesta aleatoria tipo Likert, el cual se estructuró de acuerdo a la siguiente tabla:

⁸³ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Op. cit.

Tabla 6. Variables y preguntas para la encuesta aleatoria en las localidades de Fontibón y Engativá

VARIABLES	PREGUNTAS O ASEVERACIONES
Impacto del nivel de ruido aeronáutico en el área de influencia directa del Aeropuerto El Dorado	En el último año se ha evidenciado un aumento del ruido producto del movimiento de las aeronaves en relación con el aeropuerto El Dorado.
	Considero que el Aeropuerto El Dorado debe ser trasladado a una zona más alejada de Bogotá.
	Los ruidos provenientes de las aeronaves son la principal causa de la contaminación acústica en la localidad.
Responsabilidad de las autoridades del control ambiental aeronáutico	La Aerocivil ha desarrollado campañas en los últimos meses informando sobre los cambios en el tráfico aéreo en las localidades de Fontibón y Engativá.
	He escuchado de citaciones de alguna autoridad aeronáutica para tratar el tema del ruido en las localidades de Fontibón y Engativá.
	El manejo dado al control del ruido de las aeronaves por parte de la Aerocivil y demás autoridades ha sido el mejor
	Las empresas de aviación han hecho los ajustes necesarios en las aeronaves para disminuir el impacto ocasionado por el ruido.
Apertura de la ventana operacional en el Aeropuerto El Dorado	Conozco las últimas medidas tomadas por las autoridades encargadas del control del ruido en el aeropuerto El Dorado.
	La ampliación de las operaciones en el Aeropuerto El Dorado respeta los derechos de los habitantes de las localidades de Fontibón y Engativá.
	Las autoridades aeronáuticas hacen conocer las normas relativas al control del ruido a las comunidades ubicadas en las localidades de Engativá y

	Fontibón.
--	-----------

Conforme a las variables y las preguntas para cada una de las mismas, en el anexo A se muestra el modelo de la encuesta que fue aplicado.

7.3 DIAGNÓSTICO

Los hallazgos del trabajo de campo más relevantes son los siguientes:

- Los niveles de presión sonora, consecuencia de la apertura de la ventana operacional en el área de influencia directa del Aeropuerto El Dorado, particularmente en los barrios adyacentes a las pistas sur y norte, generan un impacto ambiental muy fuerte, traduciéndose así en una fuente de contaminación sonora de tipo aeronáutico que se incrementará exponencialmente en tanto entre a operar en pleno las actividades nocturnas del Aeropuerto.
- Las zonas relacionadas con el área de influencia directa del Aeropuerto El Dorado en Bogotá, particularmente las localidades de Fontibón y Engativá, se caracterizan por ser barrios residenciales (un total de 694), pero también con vocación comercial y de servicios, principalmente orientados hacia los mismos vecinos de estas localidades. De la misma manera, las localidades cuentan con una infraestructura vial (algunas en buenas condiciones, pero existen algunas en condiciones precarias) y redes primarias de energía, acueducto y alcantarillado.
- El estudio sonométrico en las localidades de Fontibón y Engativá evidenció que el aeropuerto El Dorado no cumple con las normas legales establecidas respecto a los estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido (ver tabla 1), situación que no es totalmente concluyente, no sólo por el hecho de que el estudio sonométrico estuvo mediado por el ruido generado en las zonas de la muestra (vehículos, establecimientos comerciales y los provenientes de los hogares) sino también porque el espacio de tiempo medido se limitó a una semana. No obstante, el soporte establecido en las encuestas muestra que sin duda el ruido de las aeronaves afecta de forma sensible la calidad de vida de los habitantes de estas localidades, lo que implica la necesidad de establecer alternativas para solucionar el problema.

El ruido como elemento contaminante en el normal desarrollo de las actividades de las diferentes operaciones en las pistas (despegue y aterrizaje) y pruebas expuestas de motores afectan a:

- Fauna: Los efectos de ruido sobre las aves afecta directamente la reproducción, coordinación y alimentación de estas especies, esto se debe al gran número de decibeles generado por los motores encendidos en el área del aeródromo, se ha detectado que el ruido perturba los patrones de alimentación de las especies y el correcto cuidado de las crías ya sea por abandono o por descuido lo cual es un factor contribuyente para la extinción local de la especie, adicionalmente afecta la localización puesto que afecta el oído de las aves lo cual es necesario para la caza de presas.

En los potreros aledaños el ruido excesivo reduce el consumo de alimento en bovinos afectando principalmente la producción de leche y la velocidad en la descarga de la misma.

En anfibios disminuye la reproducción puesto que ahoga el llamado a apareamiento de los machos.

- Personas: afecta principalmente el sueño lo cual genera estrés, cansancio y conductas agresivas. Adicionalmente genera pérdida de la audición en la población con viviendas aledañas al aeropuerto puesto que el ruido de los motores genera decibeles extremos los cuales deterioran permanente o temporalmente la capacidad auditiva que está entre los 75 dB(A) y 125 dB(A), así mismo internamente afecta los sistemas digestivos cardiovasculares y endocrinos.
- Flora: un efecto secundario del impacto de ruido en aves y otras especies voladoras como insectos, es el producido por la falta de agentes polinizadores que esparcen las semillas lo cual impide la reproducción de especies nativas de flora como las semillas de pino las cuales no son transportadas y distribuidas en el terreno.
- Agua Aire y Tierra: únicamente se ven afectados los terrenos que a futuro no reciben semillas para el posterior nacimiento de árboles, lo cual genera erosión del terreno y pérdida de fortaleza del subsuelo

8. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Establecer una propuesta de solución del problema de contaminación sonora producida por el vuelo de aeronaves en el Aeropuerto El Dorado desde la perspectiva de la ingeniería aeronáutica, implica comprender previamente que cualquier procedimiento que se plantee, requiere no sólo del esfuerzo mancomunado de los diversos actores institucionales y no institucionales; sino del aporte de las diversas disciplinas, sobre todo aquellas relacionadas con la protección del medio ambiente.

En esa medida, la solución que se plantea a continuación requiere sin duda de la participación activa de las principales autoridades ambientales (en cabeza del Ministerio de Medio Ambiente y de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA); de la aeronáutica civil (Aerocivil); de las autoridades locales de Fontibón y Engativá; de representantes de la comunidad afectada; y, por último de los diversos Organismos No Gubernamentales (ONGs) interesados en la reducción del impacto ambiental ocasionados por la apertura de la ventana operacional. Bajo estos criterios se propone el siguiente Plan de Mitigación del Ruido Aeronáutico en el Área de Influencia Directa del Aeropuerto El Dorado.

PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL PARA MITIGACIÓN DEL RUIDO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL AEROPUERTO EL DORADO – BOGOTÁ

Para resolver uno de los problemas ambientales más recurrentes en los aeropuertos, como es el ruido ocasionado por los movimientos de las aeronaves, se propone el siguiente plan de acción:

FASE 1. Conformación equipo interdisciplinario e interinstitucional para elaboración del diagnóstico ambiental.

Este equipo estará conformado por las principales autoridades ambientales y aeronáuticas, así como representantes de los habitantes del sector de la compañía responsable de las operaciones del aeropuerto:

Ministerio de Transporte. Una de las funciones del Ministerio de Transporte es garantizar que el transporte sea seguro y bajo los criterios ambientales de ley. En este sentido tiene una oficina de Asuntos ambientales en el que se manejan los asuntos propios de la gestión ambiental por cada uno de los sectores, siendo la aviación uno de los más importantes.

Aeronáutica Civil de Colombia (Aerocivil). Una de las funciones de esta entidad es garantizar la protección ambiental en las zonas donde existe aviación civil, industria aérea y en general todo lo relacionado con el espacio aéreo colombiano. En su función, desarrollo los estándares de ruido que deben estar presentes en los aeropuertos del país.

Consorcio OPAIN S. A. Es la Operadora Aeronáutica Internacional que tiene la responsabilidad de la administración, modernización, expansión, operación y mantenimiento del Aeropuerto El Dorado. Esta concesión operará por 20 años las terminales de carga y pasajeros de dicho aeropuerto. Conforme a ello, tiene una alta responsabilidad en el impacto ambiental del aeropuerto respecto a las áreas de influencia directa.

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible. Máximo ente rector de la protección ambiental en Colombia. Es el encargado de la gestión del ambiente en todos los sectores de la economía, incluyendo la industria aeronáutica. Es la entidad que determina la política pública ambiental, el cual incluye recuperación, conservación, protección,

ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los diversos recursos naturales.

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). Corresponde a la entidad que asume la decisión de otorgar o negar las licencias ambientales.

Representantes de la sociedad civil. Estos representantes deben ser necesariamente habitantes del área de influencia directa del Aeropuerto El Dorado. Se considera esencial que sean aquellos dirigentes comunales que hacen parte de las Juntas de Acción Comunal o de las organizaciones creadas para la mitigación del ruido ocasionado por las aeronaves que se desplazan desde y hacia el Aeropuerto El Dorado.

Representantes de los municipios que hacen parte del Área de Influencia Directa. En ese sentido, deben estar presentes funcionarios del municipio de Funza, así como del Bogotá Distrito Capital. Como representantes de la Administración, deben velar porque las acciones que se emprendan cumplan con los parámetros legales y ambientales para la óptima operación del aeropuerto, pero sin que tenga efectos adversos sobre estas poblaciones.

Este equipo será el encargado de crear el equipo técnico que elaborará el respectivo diagnóstico sistemático sobre el verdadero impacto ambiental del Aeropuerto El Dorado sobre el área de influencia directa. Ello implica necesariamente la presencia de profesionales en áreas como aeronáutica, derecho, ambiental y de trabajo social. Sólo es posible dar respuestas efectivas cuando se conforma un equipo de profesionales que, desde sus diversas disciplinas, aportan al desarrollo de un plan ambiental eficiente de mitigación del ruido.

Las principales actividades de este equipo interdisciplinario e interinstitucional serán:

- Elaborar un plan de trabajo conforme a la disponibilidad presupuestal y de tiempo para el mismo.
- Realizar un estudio sonométrico sistemático en el área de influencia directa del aeropuerto El Dorado. Con este estudio se deben identificar las áreas que requieren un proceso de intervención (sonómetros fijos y móviles).

- Elaboración de un inventario sobre el nivel de eficiencia y calidad de las actuales barreras acústicas que tiene el Aeropuerto El Dorado para mitigar el ruido ambiental (barreras anti ruido como son los jarillones y arborización del contorno del aeropuerto).
- Identificación de barrios, veredas y unidades residenciales de mayor afectación por contaminación sonora. Una vez realizado el estudio sonométrico y de barreras del ruido en el Aeropuerto El Dorado, se deben identificar con claridad las viviendas objeto de intervención para mitigación del ruido aeronáutico
- Identificar el tipo de aeronaves responsables del mayor impacto ambiental. Ello con el fin de evaluar el nivel de eficiencia que tienen las licencias ambientales otorgadas para estas aeronaves o la calidad del mantenimiento general que se le deben hacer a las mismas.

FASE 2. PLAN DE INTERVENCIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL PARA MITIGAR EL RUIDO AERONÁUTICO EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL AEROPUERTO EL DORADO

Una vez realizado el diagnóstico, se requiere el desarrollo de un plan de intervención y gestión ambiental, el cual tendrá las siguientes etapas:

- Identificación del marco jurídico ambiental relativo al ruido ambiental por impacto aeronáutico. En este sentido se debe identificar la política ambiental en Colombia en cuanto a la planificación, implementación y operación, verificación y control y seguimiento.
- Evaluar el impacto ambiental encontrado en el diagnóstico, con el objetivo de desarrollar e identificar las principales acciones correctivas y preventivas.
- Elaborar un plan de respuesta a cada una de las necesidades identificadas (urbanas y rurales) respecto al ruido aeronáutico en el área de influencia directa: (insonorización, ecosistemas, reestructuración de entrada y salida de aeronaves con horarios específicos).

- Establecer la mejor opción para la insonorización de las viviendas. Conforme a ello se debe proceder al aislamiento acústico de las viviendas, procedimiento que debe desarrollarse con varias actividades: medición del aislamiento acústico para determinar las necesidades que se deben superar; elaboración y aprobación de la propuesta financiera y técnica de aislamiento conforme a los modelos existentes más eficientes; insonorización de la vivienda, plan de adecuación de ventanas techos y pantallas acústicas en la totalidad de las viviendas en zonas bajo rutas de despegue, aumentando así la cobertura para insonorización de viviendas.
- Como en el área de influencia directa del Aeropuerto El Dorado existen humedales y zonas rurales, se debe realizar el respectivo estudio para el fortalecimiento de ecosistemas que coadyuven a mitigar el ruido aeronáutico.
- Desarrollar un plan de actualización tecnológica de las aeronaves, con el fin de que su operación implique un cambio sustancial en la disminución del ruido de sus motores. En ese sentido, también se debe desarrollar una normativa que contemple el rediseño de toberas de motor, ya que estas son responsables del nivel de ruido de los aviones.
- Hacer una revisión integral sobre el comportamiento y horarios de llegada y salida de las aeronaves, así como la posibilidad de una mayor restricción en las horas valle. Ello implicaría plantear la construcción de una tercera pista, pero siempre y cuando concurren en favorecer la disminución del ruido aeronáutico en el área de influencia directa.
- Evaluar la posibilidad de construcción de barrera anti ruido móvil (abatibles) para las cabeceras 31R Y 31L para el despegue de aviones cargueros en horas valle (noche).
- Evaluar financiera y técnicamente la alternativa de compra de los bienes inmuebles ubicados en un radio de 300 mts. alrededor del Aeropuerto El Dorado, por ser esta zona la más afectada con el ruido aeronáutico.
- Creación de un equipo de salud integral, encargado de evaluar y tratar a personas que se vean afectadas por el ruido aeronáutico en el área de influencia directa.

- Hacer una evaluación sistemática de la Resolución 1034 de 2015 de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) que es la que modificó los horarios de entrada y salida de aeronaves. Situación que implicó la apertura de la ventana operacional del Aeropuerto El Dorado.
- Se debe contemplar la creación de un manual de procedimientos de abatimiento del ruido.
- Asignar cuotas de ruido o de sobretasas aeroportuaria ambiental de acuerdo al tipo de aeronave.
- Ampliar el alcance de los sistemas de monitoreo existentes en coordinación con la Secretaría del Medio Ambiente.

FASE 3. ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL. EVALUACIÓN, REESTRUCTURACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DEL PLAN AMBIENTAL PARA LA MITIGACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL AEROPUERTO EL DORADO.

Esta fase corresponde a la necesidad de evaluar las medidas y procedimientos realizados, así como consolidar un proceso de administración ambiental del Aeropuerto El Dorado, en el que esté presente como elemento central la mitigación del ruido aeronáutico en el área de influencia directa.

- Evaluar el nivel de eficiencia de las decisiones y actividades realizadas en las fases anteriores, buscando identificar cuáles han sido las más eficaces y cuáles han presentado problemas o son ineficientes.
- Hacer un análisis DOFA que posibilite identificar el contexto general del aeropuerto en cuanto al ruido aeronáutico.
- Seguimiento a las medidas adoptadas.
- Presentación de un plan general de mitigación del ruido aeronáutico para los próximos 10 años.

A continuación se presenta el cronograma general del plan de mitigación, el cual está calculado para dos años.

[illegible]

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluyó que la actividad aeroportuaria es uno de los factores más relevantes en la generación de ruido y su respectivo impacto ambiental en el área de influencia directa, vale decir que este no es el único, sin que se presentan otro tipo de fuentes complejas, que son propios de localidades como Fontibón y Engativá, en el que conviven las actividades propias de un sector residencial, con otras de carácter industrial, comercial y de movilidad inclusive, que pueden incidir incluso más que la actividad de las aeronaves. Esto trae consecuencias para el estudio, sobre todo en cuanto a la percepción que tienen los habitantes, quienes, conforme a la encuesta realizada, centran su atención en el ruido aeronáutico, sin que alcancen a percibir que el nivel de desorganización de la ciudad, de mezclar todas las actividades en un solo sector, se convierte en una barrera para sacar conclusiones o aseveraciones definitivas en cuanto a la conveniencia o no de un aeropuerto como El Dorado, que siempre ha sido cuestionado por el impacto que causa, luego se requieren hacer estudios más profundos que permitan identificar todas las fuentes sonoras que exceden el máximo permitido en la ciudad, a fin de que las autoridades aeronáuticas y ambientales tomen las medidas necesarias para estas áreas adyacentes al aeropuerto.

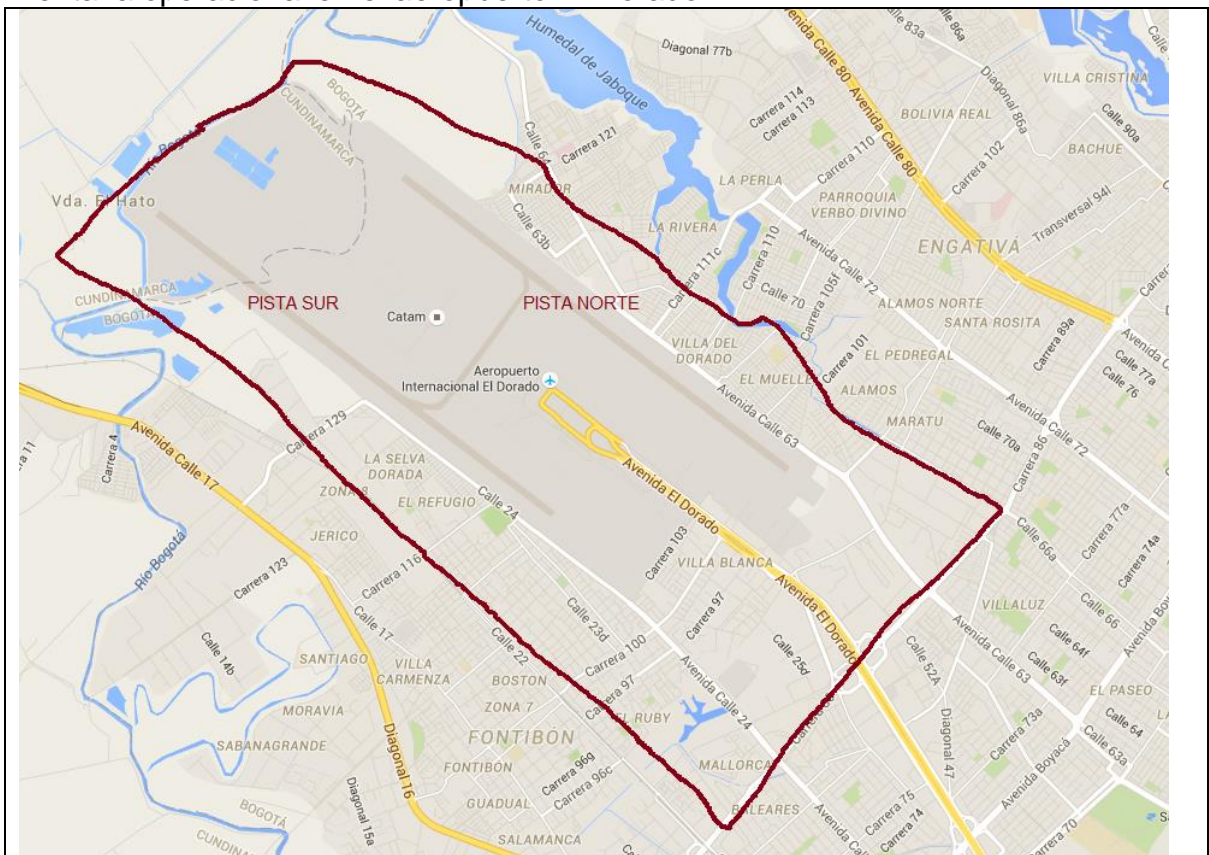
Se evidencio que la salud de las personas se ve afectada por el problema de ruido generado con la apertura de la ventana operacional, por lo cual se recomendó realizar un plan de manejo que incluya trabajo de campo con personal médico que verifique y supervise constantemente la afectación en las personas que se encuentran en el área de influencia directa.

Se evidencio que los niveles de ruido permitidos están siendo sobrepasados de acuerdo al mapa y a lo recomendado en la ANLA

En la figura 24 se muestra se evidencio cómo la concesión de la licencia ambiental, en la que se establece la apertura de la ventana operacional para las horas de la noche y la madrugada en el aeropuerto El Dorado, pone en evidencia que si bien en principio no entraría a afectar a la población ubicada en la ciudad de Bogotá, la posición de algunos barrios, adyacentes a las pistas sur y norte, implica necesariamente un impacto ambiental muy fuerte, pues puede incrementarse no sólo en el nivel de presión sonora, sino que el número de vuelos se incrementará exponencialmente.

En ese sentido, se comparte la idea de que el Estado siga avanzando en la materialización de un segundo aeropuerto, ubicado en sitios lejanos a ciudades, como único mecanismo para eliminar los altos niveles de contaminación sonora presentes en el estudio realizado, así como en los desarrollados por la misma Aerocivil.

Figura 25. Área de posible afectación nocturna por la apertura de la ventana operacional en el aeropuerto El Dorado.



Fuente: Elaboración propia sobre mapa de Google.maps.

No obstante, frente a esta propuesta, que se puede materializar en más de diez años, se recomienda la realización de un plan de aislamiento acústico, que permita a la población cercana al aeropuerto, para mejorar el nivel de calidad de vida actual. Esto requiere igualmente un estudio profundo acerca del impacto que supone la apertura de la ventana operacional establecida por la ANLA.

BIBLIOGRAFÍA

ACUÑA, Juan Gabriel. Recomendaciones para la evaluación del impacto acústico de proyectos aeroportuarios. Tesis para optar al grado de Licenciado en Acústica. Chile. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Acústica. 2006

ALCALDÍA DE FUNZA. Base económica urbana: principales ramas de actividad. Funza: autor. s. f. Disponible en http://www.funza-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml.

AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA. AEROCIVIL. Estudio de impacto ambiental para la modificación de la licencia ambiental del aeropuerto internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá. Bogotá: autor. 2014.

-----, Aspectos generales de la Política Ambiental de la Aeronáutica Civil. s.f. Disponible en <http://www.aerocivil.gov.co/Aerocivil/GAmbiental/Paginas/PoliticaAmbienta.aspx>.

ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. Constitución Política de Colombia de 1991.

AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES (ANLA). Resolución 1034 (24, agosto, 2015). Por la cual se modifica la licencia ambiental otorgada mediante la resolución 1330 del 7 de noviembre de 1995 y se toman otras determinaciones.

AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES (ANLA). Resolución 1567 (7, diciembre, 2015). Por la cual se resuelven los recursos de reposición interpuestos contra la Resolución 1034 del 24 de agosto de 2015 y se toman otras determinaciones.

CARVAJAL GIRALDO, Santiago. Estudio del proceso de transformación del aeropuerto El Dorado, bajo el concepto de ciudad aeropuerto. Bogotá: Universidad del Rosario. 2015. Disponible en <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/11398/1094913875-2015.pdf?sequence=1>.

COLOMBIA. BOGOTÁ D. C. SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE SDA. Humedal Jaboque: asediado por el ruido de los aviones, vehículos e industrias. [Online]. Bogotá D. C.: autor. (27, septiembre, 2010). <http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/php/noticias08.php?id=1421>

COLOMBIA. DIARIO EL ESPECTADOR. Niveles de ruido en Bogotá, por las nubes. [Online]. Bogotá D. C.: autor. (22, mayo, 2009). <http://m.elespectador.com/impreso/temadeldia/articuloimpreso142194-niveles-de-ruido-bogota-nubes>

COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE ¿Quiénes somos? Bogotá: autor., s.f. Disponible en

https://www.mintransporte.gov.co/Publicaciones/Ministerio/quienes_somos

COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Decreto 087 (17, enero, 2011). Por el cual se modifica la estructura del Ministerio de Transporte, y se determinan las funciones de sus dependencias.

CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 489 (29, diciembre, 1998). Por la cual se dictan normas sobre la organización y funcionamiento de las entidades del orden nacional, se expiden las disposiciones, principios y reglas generales para el ejercicio de las atribuciones previstas en los numerales 15 y 16 del artículo 189 de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones.

DUQUE LAMIR, Andrés y SARMIENTO SIERRA, Nicolás. Elaboración de un programa de gestión de seguridad operacional para la aviación civil colombiana. Bogotá: Universidad de San Buenaventura. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Aeronáutica. Disponible en <http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/43273.pdf>.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS. INGENIERÍA AEROESPACIAL. Sistemas de Propulsión, descripción general de los aerorreactores. [online] Sevilla, España: autor. <http://aero.us.es/SP/archivos/0708/SP-TemaIV-1.pdf>

ESPAÑA. AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD AÉREA. AEA. Principios básicos de funcionamiento del motor a reacción. [online]. España: autor. Módulo 14 Propulsión. http://www.seguridadearea.es/NR/rdonlyres/D27F40CC-72F6-436F-BAFB-6E0744574E09/39719/modulo14_cap01_a.pdf

ESPAÑA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA SICA. Conceptos básicos de ruido ambiental. (s.f.). <http://sicaweb.cedex.es/docs/documentos/Conceptos-Basicos-del-ruido-ambiental.pdf>

GARCÍA HENÁO, Lilibeth. Teoría del desarrollo sostenible y legislación ambiental colombiana. [online]. Barranquilla: Universidad del Norte. 2003.

http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/derecho/20/8_Teoria%20del%20desarrollo%20sostenible.pdf

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill. 1997

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14001, Sistema de Gestión Ambiental. Requisitos con orientación para su uso

INSTITUTO DE AERONÁUTICA CIVIL DE CUBA (IACC). Proyecto de estrategia ambiental de IACC. [Online]. Santiago de Cuba, Cuba: autor. <http://www.iacc.gov.cu/Documentos/institucion/Estrategia%20Ambiental%20del%20IACC.pdf>

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION "ISO". ISO 1996. Acoustics Description, measurement and assessment of environmental. Part 2: determination of environmental noise levels.

LIPOVICH, Gustavo. Los casos de movilización social relacionados con la intensificación de los impactos negativos de la relación aeropuerto – ciudad y su incidencia en la planificación aeroportuaria y en la planificación urbana. Tesis para optar al grado de Maestría en Economía Urbana. Buenos Aires: Universidad Torcuato Di Tella. 2010

LLADÓ, J. y PELEGRIN, L. Ruido del Tráfico Aéreo. Zaragoza España: Jornadas Nacionales de Acústica. 1989

MEJÍA ÁLVAREZ, Luz Adriana. Apuntes para una aproximación a la caracterización de la región capital. Bogotá: Secretaría Distrital de Planeación. 2010. Disponible en

<http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/SeguimientoPoliticass/politicalIntegracionRegional/Banco%20de%20Documentos%20de%20Integraci%F3n%20Regional/DocumentosTrabajo/Apuntes%20de%20Caracterizaci%F3n%20Regional.pdf>.

MÉNDEZ, Fredesvinda. Ruido de la aviación militar y sus efectos sobre el corazón de las tripulaciones y personal de tierra. Tesis Doctoral Ingeniería Mecánica y Fabricación. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. 2010

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 0627 (7, abril, 2006). Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

MOY, Jorge. Ruido de aeropuertos. Estudio del Problema de ruido en el aeropuerto Jorge Chávez, situación actual y propuestas de solución. Tesis para optar al Grado de Magister en física Aplicada. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2002.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE UNEP. Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. [Online]. Washington: autor. <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=97&ArticleID=1503&l=en>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE UNEP. Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. [Online]. Washington: autor. <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=97&ArticleID=1503&l=en>

ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS AMERICANOS OEA. El Manual de Gestión de la calidad ambiental. Hacia el futuro. [Online]. Washington: autor.

http://www.science.oas.org/oea_gtz/libros/Ambiental/cap10_amb.htm

PÉREZ, Pedro. Decibel. [Online]. Mendoza, Argentina: Universidad Tecnológica Nacional.

http://www.frm.utn.edu.ar/index.php?option=com_content&view=section&id=10&Itemid=11

SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN DE BOGOTÁ. SUBSECRETARÍA DE PLANEACIÓN SOCIOECONÓMICA. Documento técnico de soporte operación estratégica Fontibón – Aeropuerto El Dorado – Engativá. Bogotá: autor. 2011, p. 38. Disponible en

http://institutodeestudiosurbanos.info/dmdocuments/cendocieu/coleccion_digital/Operacion_Estrategia_Aeropuerto/Operacion_Estrategica_Aeropuerto_DTS-SDP-2011.pdf.

SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN DE BOGOTÁ. Localidad de Fontibón. 2014. Disponible en

<http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionEnLinea/InformacionDescargableUPZs/Localidad%209%20Fontib%F3n/monografia/09%20Localidad%20de%20Fontib%F3n.pdf>.

URTEAGA, Luis. La teoría de los climas y los orígenes del ambientalismo. [Online] Barcelona: Universidad de Barcelona. <http://www.ub.edu/geocrit/geo99.htm>. 1993.

SECRETARIA DISTRITAL DEL MEDIO AMBIENTE

<http://ambientebogota.gov.co/ruido#sthash.uD9R5Ze8.dpuf>

ANEXOS

Anexo A. Modelo de encuesta aplicada a habitantes de las localidades de Engativá y Fontibón

ENCUESTA PARA ANALIZAR EL IMPACTO DEL RUIDO OCASIONADO POR EL AEROPUERTO EL DORADO											
ESCOLARIDAD: Primaria____, Secundaria ____, Pregrado ____, Posgrado____, Técnico ____, Otro _____								Fecha			
								DD	MM	AAAA	
Sexo		LOCALIDAD		Edad					Antigüedad Localidad		
Hombre ()	Mujer ()	Font. ()	Engat. ()	Entre 18 y 25 ()	Entre 26 y 33 ()	Entre 34 y 41 ()	Entre 41 y 48 ()	Más de 49 ()	Menos 5 años ()	5 a 10 años ()	Más de 10 años ()
La encuesta que presentamos a continuación pretende medir el nivel de conformidad con las nuevas medidas tomadas por Aerocivil respecto del manejo del ruido en el Aeropuerto El Dorado. Por favor lea cada uno de los enunciados y responda de acuerdo a su criterio											
ÍTEMS				PARÁMETROS							
				Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo		En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo		
1. En el último año se ha evidenciado un aumento del ruido producto del movimiento de las aeronaves en relación con el aeropuerto El Dorado.											
2. Considero que el Aeropuerto El Dorado debe ser trasladado a una zona más alejada de Bogotá.											
3. Los ruidos provenientes de las aeronaves son la principal causa de la contaminación acústica en la localidad											
4. La Aerocivil ha desarrollado campañas en los últimos meses informando sobre los cambios en el tráfico aéreo en las localidades de Fontibón y Engativá.											
5. He escuchado de citaciones de alguna autoridad aeronáutica para tratar el tema del ruido en las localidades de Fontibón y Engativá.											
6. El manejo dado al control del ruido de las aeronaves por parte de la Aerocivil y demás autoridades ha sido el mejor											
7. Las empresas de aviación han hecho los ajustes necesarios en las aeronaves para disminuir el impacto ocasionado por el ruido.											
8. Conozco las últimas medidas tomadas por las autoridades encargadas del control del ruido en el aeropuerto El Dorado.											
9. La ampliación de las operaciones en el Aeropuerto El Dorado respeta los derechos de los habitantes de las localidades de Fontibón y Engativá.											
10. Las autoridades aeronáuticas hacen conocer las normas relativas al control del ruido a las comunidades ubicadas en las localidades de Engativá y Fontibón.											

ESTUDIO SONOMETRICO SOBRE EL IMPACTO DE LA APERTURA
DE LA VENTANA OPERACIONAL EN EL AREA DE INFLUENCIA
DIRECTA DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO DE
BOGOTA

EFRAIN DAVID CASALLAS HEREDIA
EDWIN FABIANY PORRAS ESGUERRA

FUNDACION UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AERONAUTICA
BOGOTA
2017

ESTUDIO SONOMÉTRICO SOBRE EL IMPACTO DEL RUIDO EN EL
ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL AEROPUERTO
INTERNACIONAL EL DORADO DE BOGOTÁ

EFRAIN DAVID CASALLAS HEREDIA
EDWIN FABIANY PORRAS ESGUERRA

Tesis para optar al título en
INGENIERO AERONAUTICO

Director
HERNANDO CARVAJAL
DAVID LEONARDO SILVA CORONADO
OSCAR RICARDO MARTINEZ HERNANDEZ

FUNDACION UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AERONAUTICA
BOGOTA
2017

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C 27 de Enero de 2017.